Beitrag zur Geschichte und Kritik des Lamarckismus in der Botanik.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Hohen philosophischen Fakultät (Sektion II)

der Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität

zu München

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

vorgelegt von

Friedrich Oehlkers

aus Sievershausen i. S.

Juni 1917.

Buchdruckerei des Stephansstifts, Hannover.

1917.

Beitrag zur Geschichte und Kritik des Lamarckismus in der Botanik.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen philosophischen Fakultät (Sektion II)
der Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Friedrich Oehlkers

aus Bremerhaven in I. Ts.

1911

Die Geschichte ist die Wissenschaft von vergangenen Geschehnissen. Die Geschichte einer Wissenschaft, durch die etwas Ganzes dargestellt werden soll, kann also nur dann geschrieben werden, wenn die fragliche Wissenschaft vergangen ist, d. h. nicht mehr zur Discussion steht, und in ihren positiven oder negativen Resultaten abgeschlossen vorliegt. In dieser Lage befindet sich derjenige Teil der Descendenztheorie, den man mit dem Ausdruck „Lamarckismus" bezeichnet, nicht. Im Gegenteil, die Discussion ist hitziger denn je, da infolge des Versagens des Darwinismus als eines schöpferischen Prinzipes lebhaft nach einem solchen gesucht wird. Es wäre demnach verfrüht, die Geschichte des Lamarckismus schlechthin zu schreiben. Doch gibt es, ebenso wie in jeder anderen Wissenschaft, auch im Lamarckismus Teile, die bereits abgeschlossen sind. Ausserdem ist es möglich, Teilprobleme, die noch discutiert werden, bis zu ihrem derzeitigen Stande zu verfolgen und so einer später zu schreibenden allgemeinen und umfassenden Geschichte der betreffenden Disciplin vorzuarbeiten, wenn auch das Ganze noch unter dem Zeichen der Bearbeitung steht.

Es ist aber notwendig, die rein geschichtliche Darstellung mit einer Kritik zu verbinden. Denn abgesehen davon, dass eine wirklich objektive Geschichtsschreibung unmöglich ist, handelt es sich hier um eine Vorarbeit, die den Zweck verfolgt, gewisse Teile des Lamarckismus in

etwas hellere Beleuchtung zu rücken, sodass eine spätere geschichtliche Bearbeitung allen geistigen Strömungen gerecht wird, die unter diesem Sammelnamen vereinigt werden. Es werden die Ansichten eines dargestellten Autors um so deutlicher werden, je genauer sie sich von denen des Schreibers abheben, eine Forderung, die am besten durch die Form der Kritik erfüllt wird.

Vorliegende Abhandlung wurde auf Anregung des Kgl. Geheimen Rates, Herrn Professor Dr. *v. Goebel* hin ausgeführt, dem für sein stets entgegenkommendes, wohlwollendes Interesse und seine vielfachen Ratschläge an dieser Stelle meinen ehrerbietigsten Dank abzustatten mir eine angenehme Pflicht ist.

Lamarck.

Der Ursprung der Gedanken, die hier auf ihrem Wege durch die Systeme der verschiedensten Forscher verfolgt werden sollen, ist die Abstammungstheorie *Lamarcks*. Vergleicht man die Schriften mit einander, die das System *Lamarcks* behandeln, so muss es als ein äusserst vieldeutiges und dehnbares erscheinen, da die Anhänger der verschiedensten Theorien seine Ansichten mit ihren Vorstellungen in Beziehung setzen und dementsprechend darstellen. Würde also das System *Lamarcks* als bekannt vorausgesetzt werden, so würde man fragen können: Welche Auffassung seines Systems? Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, das System im Zusammenhange darzustellen, auch auf die Gefahr hin, oft Erörtertes zu wiederholen.

Die Vieldeutigkeit der Ansichten *Lamarcks* erklärt sich daraus, dass er es oft vermieden hat, sich scharf und präcise auszudrücken, um dadurch Widersprüche zu verbergen, oder wenigstens zu mildern, die er nicht lösen konnte oder wollte Zwei grosse Gruppen solcher Widersprüche kann man in seinen Schriften, besonders in seinem theoretischen Hauptwerk, das hier allein in Betracht kommt, der „Zoologischen Philosophie" feststellen.

Erstens befand er sich in einer äusserst schwierigen Lage. Er war durch Beobachtung zu einer Entwicklungstheorie gekommen. Dadurch setzte er sich mit zwei mächtigen Ansichtskomplexen in Gegensatz, mit seiner eigenen Wissenschaft und mit der Kirche. Den Gegensatz zur herrschenden Ansicht in seiner Wissenschaft sucht er auszufechten, den mit der Kirche zu verschleiern.

Die zweite Reihe von Gegensätzen sind innere Widersprüche innerhalb des Systems, die mehr oder weniger unbewusst durch sein Werk hindurchgehen. Er macht den Versuch, einen natürlichen, also mechanisch entstandenen Zusammenhang zwischen den Organismen herzustellen. Er erkennt in dem Vorhandenen den Ursprung aus gemeinsamen Anfängen, sieht aber nicht, dass er durch

sein Prinzip, welches die Entwicklung entscheidend beeinflusst resp. hervorgerufen haben soll, wieder etwas nicht mechanisches als bewirkende Kraft hineinträgt. In den Schlussbemerkungen des ersten Teiles seiner „Zoologischen Philosophie", in denen er die Abstammung des Menschen erläutert, tritt einer dieser Widersprüche deutlich zu Tage. Er weist darauf hin, dass auch die psychischen Fähigkeiten vom tierischen Instinkt aufwärts bis zur Urteilskraft des Menschen auf natürlichem Wege entstanden seien, und leitet die Abstammung desselben von einer hochentwickelten Affenart her; am Schluss jedoch widerruft er seine Ausführungen vollständig durch den Satz: „Dieses würden die Reflexionen sein, die man anstellen könnte, wenn der hier als die fragliche vorherrschende Race betrachtete Mensch sich von den Tieren nur durch seine Organisationscharaktere unterscheiden würde und sein Ursprung nicht von den ihrigen verschieden wäre."

In dem ersten Teil der „Zoologischen Philosophie," der sich mit dem Descendenzproblem in erster Linie befasst, findet sich weder ein methodischer Gang der Untersuchungen, noch können die Sätze, die er Beweise für seine Ansichten nennt, unsern strengeren Anforderungen genügen. In der Zeit *Lamarcks* hatte man in der Naturwissenschaft die Beweismittel der Induktion von der registrierenden Beobachtung zur vergleichenden Beobachtung erweitert. Die experimentelle Beobachtung — auch sie war schon vorhanden — hatte noch nicht entfernt das Uebergewicht wie heute. Da *Lamarcks* hervorstechendste wissenschaftliche Fähigkeit seine grossartige vergleichend-anatomische Beobachtungsgabe war, so hat er dies sein vornehmstes Beweismittel ohne Zweifel überschätzt.

Der Ausgangspunkt *Lamarcks* ist sein Widerspruch gegen das Dogma von der Unveränderlichkeit der Arten. Es gilt ihm, dieses zu zerstören, und den Zusammenhang zwischen den jetzt lebenden Arten zu zeigen, unter der Annahme, dass sie sich von einem gemeinsamen Ursprung aus entwickelt haben. Gemeinsam mit dieser Frage wird die nach den Bedingungen und den Faktoren dieser Entwicklung behandelt.

Durch seine spezielle systematische Tätigkeit ist er bei der Artbestimmung auf die Schwierigkeit der Unterscheidung der einzelnen Arten aufmerksam geworden. Die Definition und Abgrenzung der einzelnen Arten hatte in einer Zeit stattgefunden, in der man nur eine beschränkte Anzahl von Formen kannte, so dass man nur einen allgemeinen Ueberblick hatte, und um die Formen zu ordnen, den grössten Wert auf die trennenden Merkmale der Formenkreise legte. Je mehr das Material anwuchs, desto grösser wurde die Schwierigkeit der festen Bestimmung einzelner Arten. Man musste Unterarten und Varietäten einführen, um die Verschiedenheiten innerhalb der einzelnen Arten zusammenfassen zu können. Dadurch wurden vielfach einzelne Arten in zahllose Unterarten aufgespalten. Man musste ferner bislang getrennte Arten wegen ihrer neuaufgefundenen Zwischenglieder oder sonstiger Aehnlichkeiten zu einer gemeinsamen zusammenfassen. Infolge dieser Schwierigkeiten erklärte *Lamarck* die Arteinteilung für ein zwar notwendiges und sehr zweckmässiges, aber künstliches Hilfsmittel zur Unterscheidung und Ordnung der Formenfülle, welches aber mit der natürlichen Ordnung der Individuen nichts zu tun habe. Diese natürliche Ordnung suchte er zu finden. Die natürliche Ordnung, oder, wie er sich ausdrückt, „die Ordnung, der die Natur bei der Schöpfung ihrer Erzeugnisse folgte", ergiebt sich aus der Betrachtung der Beziehungen. Als Beziehung zwischen zwei Organismen definiert er: „gewisse Züge von Analogie oder Aehnlichkeit, die der Gesamtheit oder der Allgemeinheit ihrer Teile entnommen sind, jedoch so, dass man den wichtigsten einen grösseren Wert beilegt. Je übereinstimmender und umfassender diese Züge sind, desto beträchtlicher sind die Beziehungen zwischen den Gegenständen. „Dadurch wird eine Art Verwandtschaft ausgedrückt und es ist notwendig, die Individuen im Verhältnis zu dem Grad der Beziehungen systematisch zu nähern. Der Grad der Verwandtschaft lässt sich feststellen je nach der Wichtigkeit der Teile, an denen die Beziehungen gefunden werden. Wenn sie nur an den inneren Teilen vorhanden sind, so ist die Verwandtschaft entfernt: erstrecken sie sich bis auf die äussere

Gestalt, also auf nebensächliche Organe, so ist die Verwandtschaft eine sehr nahe. Als diejenigen Organe, die bei der Aufdeckung solcher Beziehungen in Betracht gezogen werden müssen, gibt er bei den Tieren die Teile der inneren Organisation an und bei den Pflanzen die Fortpflanzungsorgane. Um die Willkür bei der Wertschätzung der einzelnen inneren Organe auszuschalten, ordnet er sie danach an, „von welchen die Natur den grössten Gebrauch macht" und kommt so zu folgender Reihenfolge:

a) bei den Tieren:

1. Organe des Gefühls,
2. die Respirationsorgane,
3. die Zirkulationsorgane.

b) bei den Pflanzen:

1. Embryo mit Zubehör, und der Same,
2. die geschlechtlichen Teile der Blüte,
3. die Blütenhüllen,
4. die Fruchthüllen,
5. die ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane.

Nach der Art und Weise der Beziehungen dieser Organe nimmt er dann die Einteilung in Arten, Ordnungen, Familien usw. vor, wobei er betont, „dass die Gesamtreihe der Organismen eines Reiches, wenn diese in eine der Betrachtung der Beziehungen entsprechende Ordnung zusammengestellt sind, die Ordnung der Natur selbst darstellt. Man muss sich aber stets vor Augen halten, dass die verschiedenartigen Einteilungen, die man aufstellen muss, um die Gegenstände leichter unterscheiden zu können, nicht naturgemäss, sondern künstlich sind, obschon sie gewisse Teile der Ordnung, welche die Natur selbst eingesetzt hat, enthalten." An einer anderen Stelle wird es noch einmal anders formuliert (Seite 51): „Der Zweck einer allgemeinen Anordnung ist . . . . der, in diesem Register eine Ordnung zu haben, die so gut wie möglich die der Natur, d. h. jener Ordnung darstellt, welche die Natur beim Hervorbringen der Tiere befolgt hat, und welche sie ganz besonders in den Beziehungen der Tiere zueinander ausgeprägt hat. Der Zweck der

Einteilung der Tiere ist im Gegenteil der, vermittelst der von Abstand zu Abstand in der allgemeinen Reihe dieser Wesen gezogenen Scheidelinien unserer Einbildungskraft Ruhepunkte zu geben, damit wir jede schon beobachtete Art leichter erkennen, ihre Beziehungen zu den anderen beobachteten Tieren erfassen und neuentdeckte Arten einreihen können." Diese künstliche Einteilung muss sich an eine gewisse natürliche Gruppierung anlehnen, die, wie vorhin gesagt, vorhanden ist. Sie besteht aber nur in gewissen Differenzierungen der Hauptmassen, nicht aber der Ordnungen in Arten oder Gattungen. Jede dieser Hauptgruppen hat ein besonderes System wesentlicher Organe. (Seite 54.) „Diese Systeme sind es, die alle Stufen von der höchsten Vollkommenheit bis zur grössten Einfachheit durchlaufen." Anders ist es mit den weniger wichtigen Organen. Diese stimmen hinsichtlich ihrer Ausbildung, Vervollkommnung oder Vereinfachung durchaus nicht miteinander und mit dem Stande der grossen, durch den Ausbildungsgrad der wichtigen Organe charakterisierten Gruppen überein. Sie charakterisieren die Arten und sind variabel, wie gleich vorausgenommen werden soll. Es sind dieses die ersten Andeutungen einer Unterscheidung von Organisationsmerkmalen (oder spezifischen Merkmalen) und Anpassungsmerkmalen, wie sie von späteren Forschern ausgearbeitet worden ist.

Doch dabei bleibt er nicht stehen. Durch die im Vorhergehenden ausgeführten Betrachtungen ist *Lamarck* zu der Ansicht gekommen, dass verwandtschaftliche Beziehungen die Organismen in natürliche grosse Gruppen einteilen. Die Organisationssysteme der grossen Gruppen (Seite 54) „kann man unter der Gestalt einer abgestuften Leiter in eine einfache, linienförmige Reihe bringen. Die Artmerkmale bilden die seitlichen Verzweigungen, deren Enden wirklich isolierte Punkte darstellen." Mit dieser Betrachtung ist *Lamarck* wieder einen Schritt vorwärts gekommen. Er weist nicht nur auf gewisse verwandtschaftliche Beziehungen in der Organismenreihe hin, sondern er bringt eine bestimmte Richtung in diese Beziehungen und ordnet die Reihe in ein auf- oder absteigendes Hintereinander und weist das

Nebeneinander seiner Vorgänger ab. Die einzelnen so abgestuften Gruppen werden von *Lamarck* einer Erörterung unterzogen, indem er mit der höchst organisierten Stufe, nämlich mit der der Säugetiere, beginnt, weil deren Anatomie durch die menschliche Anatomie am genauesten bekannt ist. Von da ab zeigt er, wie die Organisation immer einfacher und weniger kompliziert gestaltet ist bis hinunter zu den Infusorien. Er geht hierbei den umgekehrten Weg, als wie den, den die Natur bei der Erschaffung dieser Reihen gegangen ist. Durch das Analogon jeder Ontogenese ist man zur Annahme der Richtung von unten nach oben, vom Einfachen zum Komplizierten genötigt. Damit ist der erste, und, wie uns scheint, die wir an diese Gedankengänge heutzutage gewöhnt sind, leichtere Teil des Systems abgeschlossen. Es ist der Zusammenhang der Formen und ihre Abstufung in eine vom Einfachen zum Komplizierten gerichtete Reihe dargetan. Von den heutigen Ansichten weicht *Lamarck* insofern ab, als er eine einreihige Anordnung der Organismen annahm. Heutzutage ist man vielmehr der Ansicht, dass parallele Reihen nebeneinander laufen.

Erst jetzt nach Entwicklung der Ansicht über den allgemeinen Zusammenhang unter den Organismen konnte *Lamarck* die zweite und ungleich schwerer zu beantwortende Frage stellen, nämlich die genetische, die Frage nach den Ursachen und beeinflussenden Faktoren der Entwicklung. Die Antworten, die er auf diese Frage gibt, enthalten das, was mit seinem Namen jetzt noch dauernd durch den Ausdruck *Lamarckismus* verknüpft ist. Es ist charakteristisch, dass das gerade die Fragen sind, die heutzutage noch einer Lösung harren und strittig sind. Die vorhin genannten Probleme hat er scharf und klar zum Abschluss gebracht. Man nimmt sie heute unter dem Einfluss des Darwinismus als selbstverständlich hin.

Aus verschiedenen Aeusserungen *Lamarcks* geht hervor, dass er, wie er zweierlei Merkmalgruppen unterscheidet, so auch zweierlei Prinzipien zu ihrer Hervorbringung anwendet. Da es sich dabei um Dinge handelt, die zum Teil recht unklar ausgesprochen sind, so kann das, was damit gemeint ist, nur aus dem ganzen folgen-

den Zusammenhang hervorgehen. Man muss annehmen, dass diesen Aeusserungen der Gedanke zugrunde liegt, dass die zunehmende Vervollkommnung der Organismen einerseits von speziellen Faktoren abhängig ist, die in der Eigenart der lebenden Substanz selber begründet sind, also von einer inneren Entwicklung, und andererseits von den Aussenbedingungen. Ich führe hierfür einige Zitate an, die das hinlänglich deutlich zeigen. (Seite 67): „Wenn jene Ursache, die unaufhörlich auf die Verwickelung der Organisation hinstrebt, die einzige wäre, welche Einfluss auf die Gestalt und die Organe der Tiere hätte, so wäre die wachsende Zusammensetzung der Organisation ununterbrochen und überall sehr regelmässig." (Seite 67): „Wir wollen versuchen, einerseits die fortschreitende Abstufung der Organisation der Tiere und andererseits die Ursachen der Regelmässigkeiten im Fortschreiten dieser Abstufung innerhalb der Tierreihe möglichst klar darzustellen." Aus beiden Zitaten geht hervor, dass es sich um zwei deutlich getrennte Phaenomene handelt. Noch deutlicher wird das aus seinem zoologischen Prinzip (Seite 68): „Das Fortschreiten in der Verwickelung der Organisation unterliegt hie und da in der allgemeinen Tierreihe Unregelmässigkeiten, die durch den Einfluss der Verhältnisse des Wohnortes und durch den der angenommenen Gewohnheiten verursacht wird." Hier spricht er aus, dass das Fortschreiten der Organisation und die Unregelmässigkeiten in demselben von getrennten Faktoren abhängig sind. Ferner (Seite 73): „Man muss die Abstufung der Organisation, welche von dem Einfluss der Wohnorte und der angenommenen Gewohnheiten herrührt, von jener andern unterscheiden, welche ihre Ursache in den weniger vorgerückten Fortschritten in der Ausbildung und Zusammensetzung der Organisation hat." Ferner (Seite 113): „Es wird in der Tat klar sein, dass der Zustand, in dem wir alle Tiere antreffen, einerseits das Ergebnis der wachsenden Ausbildung der Organisation ist, die darauf ausgeht, eine regelmässige Stufenfolge herzustellen, und andererseits die Folge der Einflüsse einer Menge sehr verschiedenartiger Verhältnisse, welche beständig bemüht sind, die Regelmässigkeit in der Stufenfolge der wachsenden Ausbildung

der Organisation zu vernichten." Gerade aus diesem Satz geht mit grosser Deutlichkeit hervor, dass *Lamarck* den einzelnen Organismus sozusagen als einen Gleichgewichtszustand zweier antagonistisch wirkenden Kräfte ansieht. Welches die Ursache des Fortschrittes in der Organisation ist, sagt er nirgends deutlich. Er verschanzt sich hinter allgemeine Ausdrücke: „Befolgung des Arbeitsplans der Natur, innerste Ursache des Lebens" und andere. Es genügen aber die angeführten Zitate, um darzutun, dass er über die Wirkungen dieser Ursachen hinlänglich unterrichtet war. So mag also das Fortschreiten der Organisation mit *Lamarck* als erklärt angenommen werden, wenn auch die letzten Ursachen desselben noch unerörtert geblieben sind. Diese Andeutungen stellen die ersten Anfänge einer Theorie der Progression dar.

Es bleibt zum andern noch übrig, das Prinzip darzulegen, welches nach *Lamarck* die Unterbrechung in der gleichmässig stufenförmigen Reihe der Organismen hervorruft. Es sind das seine sehr oft zitierten Gesetze über die Wirkung der Umgebung auf die Organismen. Ehe genauer darauf eingegangen wird, ist noch etwas zu bemerken. Mit dem Moment, mit dem *Lamarck* das Gebiet der einfachen Feststellung von vorhandenen Tatsachen verlässt, um sich der historischen Frage nach der Entstehung des jetzt bestehenden Zustandes zuwenden, kann man seine Beobachtungsschlüsse nicht mehr als Beweise in strengem Sinne annehmen. *Lamarck* behauptet das aber ganz unbefangen, was besonders bei dieser Fragestellung, bei deren Beantwortung er auf speziellere Einzelheiten eingeht, wie bei der vorhergehenden, bedenklich ist. Was er feststellt, ist lediglich ein Vorhandensein von Uebereinstimmung zwischen Organ und Funktion, mit modernen Termini ausgedrückt: Angepasstsein, Oekologie. *Lamarck* wendet sich von dieser Feststellung ohne zu zaudern zum zweiten — logisch durchaus nicht direkt davon ableitbaren Problem — der Anpassung im Sinne einer Oekogenese. Er verknüpft die Form des Organs kausal mit der Funktion, die Funktion kausal mit der Gewohnheit, die Gewohnheit kausal mit dem Bedürfnis und das Bedürfnis kausal mit der Umgebung. Aendert

sich die Umgebung, so muss nach dieser Kausalkette ein entsprechend modifiziertes Organ entstehen. Dabei liegt die Notwendigkeit, zur Annahme dieser Kausalkette nur in ihrer Vorstellbarkeit, kann also im besten Fall den Wert einer Hypothese erreichen.

Ich zitiere nur die beiden Gesetze, in denen er seine Prinzipien in knapper Form ausgesprochen hat, und verzichte auf die grosse Fülle von Beispielen und geistreichen Erläuterungen, da sie gar zu bekannt sind und nichts Wesentliches zur Klärung der Frage beitragen.

(Seite 121) „Erstes Gesetz.

Bei jedem Tier, welches das Ziel seiner Entwicklung noch nicht überschritten hat, stärkt der häufige und bleibende Gebrauch eines Organs dasselbe allmählich, entwickelt und vergrössert es und verleiht ihm eine Kraft, die zu der Dauer seines Gebrauches im Verhältnis steht; während der konstante Nichtgebrauch eines Organs dasselbe allmählich schwächer macht, verschlechtert, seine Fähigkeiten fortschreitend vermindert und es endlich verschwinden lässt."

„Zweites Gesetz.

Alles was die Tiere durch den Einfluss der Verhältnisse, denen sie während langer Zeit ausgesetzt sind, und folglich durch den Einfluss des vorherrschenden Gebrauches oder konstanten Nichtgebrauches eines Organs erwerben oder verlieren, wird durch die Fortpflanzung auf die Nachkommen vererbt, vorausgesetzt, dass diese Veränderung beiden Geschlechtern oder denen, welche diese Nachkommen hervorgebracht haben, gemein seien."

Vorher (Seite 120):

„Die wahre Ordnung der Dinge nun, die wir betrachten wollen, besteht darin:

Dass erstens jede ein wenig beträchtliche und anhaltende Veränderung in den Verhältnissen, in denen sich jede Tierrace befindet, eine wirkliche Veränderung der Bedürfnisse derselben herbeiführt.

Dass zweitens jede Veränderung in den Bedürfnissen der Tiere andere Tätigkeiten, um diesem Bedürfnis zu genügen, und folglich andere Gewohnheiten nötig macht.

Dass drittens jedes neue Bedürfnis, indem es neue Tätigkeiten zu seiner Befriedigung nötig macht, von dem Tiere, das es empfindet, entweder den grösseren Gebrauch eines Organs, von dem es vorher geringen Gebrauch gemacht hatte, erfordert, wodurch dasselbe entwickelt und beträchtlich vergrössert wird, oder den Gebrauch neuer Organe, welche die Bedürfnisse in ihm unmerklich durch Anstrengungen seines inneren Gefühles entstehen lassen."

In diesen angeführten Sätzen sind alle Prinzipien enthalten, die *Lamarck* zur Entwicklung der Tierreihe notwendig erschienen. Das erste Gesetz ist induktiv aus der Anschauung ableitbar, da sich die Wirkungen des Gebrauches oder Nichtgebrauches im Laufe jeder tierischen Ontogenese bemerkbar machen, besonders deutlich an der Muskulatur.

Das zweite Gesetz lässt sich dagegen nicht ohne Weiteres ableiten; es ist nur ein gedachtes und seine Berechtigung als Gesetz ist bis heute problematisch geblieben. Vermutlich hat *Lamarck* dieses Gesetz durch folgende Ueberlegung gefunden: Gebrauch stärkt ein Organ, d. h. bringt es in bessere Uebereinstimmung mit seiner Funktion als wie vor dem Gebrauch. Da man jetzt weitgehendes Uebereinstimmen von Organ und Funktion in der Tierwelt findet, so hat sich die Wirkung des Gebrauches vererbt. Der durch diesen Schluss gefundene Satz kann aber nicht den Charakter eines Gesetzes haben. Er enthält nur eine Möglichkeit. Um jede andere Möglichkeit auszuschliessen, hätte der Vordersatz heissen müssen: Nur Gebrauch stärkt ein Organ! Und das kann *Lamarck* durch seine Beispiele nicht beweisen.

Ferner war sich *Lamarck* wohl bewusst, dass durch die Wirkung des Gebrauches nichts Neues geschaffen wird. Das Vorhandensein der verschiedenen Organe wird schon vorausgesetzt. „Die Natur muss" (um mich mit *Lamarck* auszudrücken), „ihre verschiedenen Organisationspläne bereits ausgearbeitet haben", ehe es möglich war, diese Pläne durch die Wirkungen des Gebrauches und Nichtgebrauches abzuändern. Diese Lücke im System *Lamarcks* kehrt in den Systemen der verschiedensten Forscher wieder und

um sie auszufüllen, sind die mannigfaltigsten Versuche gemacht worden, wobei vielfach die Orthogenesis als Lückenbüsser herhalten muss. Bei *Lamarck* war diese Vorstellung meiner Meinung nach zwar vorhanden, aber doch nicht zur genügenden Klarheit durchgearbeitet, dass er diese rätselhafte Ursache, die das Fortschreiten der Komplikation bedingt, allein am Werk lassen wollte. So kommt er zu einem Ausbau seines ersten Gesetzes ins vollkommen Mystische hinein, nämlich zu der Behauptung: Das innere Gefühl, die Anstrengung, das Bedürfnis, schafft ein Organ. Die Konsequenzen, die man heute gerade aus diesem Prinzip gezogen hat, sind die Prinzipien des modernen Psycholamarckismus. Meiner Ansicht nach liegen *Lamarck* diese Konsequenzen fern. Für ihn stellen die Worte „inneres Gefühl, Anstrengung" usw. Begriffe für durchaus stoffliche Erscheinungen dar. Er dachte sich das Nervenfluidum in Gestalt eines feinen Dampfes, der bei den Anstrengungen des inneren Gefühles irgend welche, bis dahin gleichgültige Gewebepartien durchdringt und entsprechende Modifikationen hervorruft, in gleicher Weise, wie er sich die Befruchtung vorstellt.

Um sein System zu vervollständigen, musste *Lamarck* wenigstens noch einige Andeutungen machen, wie diese seine Prinzipien der Abstammung auf die Pflanzen zu beziehen sind. Das ist auch geschehen. Aber da er der Meinung war, dass zwischen Pflanzen und Tieren ein ganz prinzipieller Unterschied besteht und diesen Unterschied gerade in die Angriffsstellen seiner Prinzipien verlegte, so blieben seine Ausführungen hauptsächlich auf die Tiere beschränkt. Er sprach den Pflanzen jegliche Reizbarkeit ab und stellt diese als eine wesentliche Eigenschaft der Tiere dar. (Seite 46.) „Alle Gewächse nun, selbst die sogenannten Sinnpflanzen und auch diejenigen, welche sofort nach der Betastung oder sofort nach der Berührung der Luft gewisse Teile bewegen, nicht ausgenommen, entbehren vollständig der Reizbarkeit." Nun ist sowohl der Gebrauch von Organen im Sinne von Muskeln oder gar das Empfinden eines Bedürfnisses nur auf Grund eines Nervensystemes oder zum mindesten auf Grund einer allgemeinen Reizbarkeit denkbar. So

können beide Prinzipien auf die Entwicklung der Pflanzen keine Anwendung finden. Trotzdem werden die Pflanzen von ihm von der Umgebung abhängig gemacht. *Lamarck* nimmt an, dass Rassen- und Artbildung bei Pflanzen auf Ernährungsmodifikationen beruht. Beispiele dafür bilden hauptsächlich die Aenderungen, die die Pflanzen im Zustande der Domestikation erleiden.

Damit ist das System geschlossen, ein System, das den Eindruck einer genialen Intuition macht. Alle einzelnen Gedanken, die hier herausgesucht sind, laufen nebeneinander her und tauchen bald hier, bald da auf. Einige der leitenden Grundgedanken, sollen im Folgenden in ihrer Wirkung auf die Botanik weiter verfolgt werden. Es sind dieses:

1. die ontogenetische und phylogenetische Wirkung des Gebrauches und Nichtgebrauches.
2. Die Wirkung psychischer Faktoren, damit die Theorie des Psycholamarckismus.
3. die Wirkung der inneren Entwicklung, der Progression oder Orthogenesis in ihren Beziehungen zu dem Einfluss äusserer Faktoren wie Ernährung, Klima etc.

Will man zu diesem Zweck den historischen Weg einschlagen, und die Ideen *Lamarcks* mit der Botanik seiner Zeit oder der direkten Folgezeit in Beziehung bringen, so stösst man meistens auf ein eisiges Schweigen. Wo von *Lamarck* die Rede ist, sind nur seine systematischen Schriften angeführt, seine theoretischen werden überhaupt nicht erwähnt. Auch in der Zoologie hat er zu seinen Lebzeiten nicht die geringste Anerkennung seiner theoretischen Arbeiten gefunden. Es ist weiter nicht zu verwundern, dass er vollständig ungehört geblieben ist, wenn man sieht, wie unglaublich primitiv die Ansichten bedeutender Naturforscher bis auf wenige Ausnahmen auch noch lange Zeit nach dem Erscheinen seines Werkes waren. Noch im Jahre 1834 nimmt der Botaniker *Bischoff* in seinem Lehrbuch der Botanik eine Einteilung der Spezies als vor und nach der Sündflut entstanden an. Gegenüber derartigen Vorstellungen muss für uns heute die Ansicht *Lamarcks* trotz ihrer nach und nach aufgedeckten Mängel als ganz überragend angesehen werden und es bleibt weiter

nicht wunderbar, dass Gelehrte wie *Bischoff**) es überhaupt ablehnten, sich damit zu beschäftigen.

Noch aus einem andern Grunde ist es begreiflich, dass die Botaniker sich wenig mit den Vorstellungen *Lamarcks* beschäftigen. Bei dem fundamentalen Unterschiede, den man damals noch zwischen Tieren und Pflanzen feststellte, konnten weder er noch seine Zeitgenossen auf die Idee kommen, dass seine Theorien auf die Vorstellung über die Entwicklung der Pflanzenwelt denselben Einfluss haben konnten, wie auf die der Tierwelt.

Nach aussen hin, vor dem grossen Publikum, war das Schicksal der Ansichten *Lamarcks*, soweit sie überhaupt bekannt wurden, mit dem Streit zwischen *Cuvier**) und *Geoffroy St. Hilaire* besiegelt. Im Grunde genommen hatte der Streit nichts mit der eigentlichen Fragestellung *Lamarcks* zu tun. Nur zufällig hatte *Geoffroy St. Hilaire* eine ähnlich klingende. Der Sieg in diesem Streit blieb auf Seiten *Cuviers* und damit waren dessen Lehren auf Jahrzehnte hinaus feststehende Dogmata. Wo vor *Darwin* eine Andeutung einer Entwicklungstheorie, wie etwa bei *Schleiden*, zu finden ist, wird niemals etwas von *Lamarckschen* Ideen gesagt. Durch den Sieg des Darwinismus wurde *Lamarck* zwar aus der Vergessenheit hervorgeholt und als ein Vorläufer *Darwins* hingestellt, seine Prinzipien wurden aber unter dem Eindruck der *Darwinschen* verworfen, genau so, wie sie bisher nicht verstanden worden waren. Erst nachdem der erste Enthusiasmus verflogen war und neue Kritik einsetzte, konnte das *Lamarcksche* Prinzip wieder auftauchen.

Es muss also erst die Brücke gesucht werden, die von den Ansichten *Lamarcks* zur Botanik und zwar zur modernen Botanik hinüberführt. Als solche ist ein theoretisches Werk *Nägelis* zu betrachten, das 75 Jahre nach der „zoologischen Philosophie," also im Jahre 1884, erschien, die „mechanisch-physiologische Theorie der Abstammung."

---

*) **Vergleiche:** *Ad. Wagner,* **Geschichte des Lamarckismus, Stuttgart 1909.**

Nägeli.

Seit *v. Göbel* (1898) darauf hingewiesen hat, dass die in der mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammung von *Nägeli* niedergelegten Ansichten eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Gedanken *Lamarcks* zeigen, bezeichnet man dieses Werk als den Ausgangspunkt des Neo-Lamarckismus in der Botanik.

Diese Ansicht, die sich bei näherem Eingehen auf die Lehre *Nägelis* als zutreffend erweisen wird, erscheint zunächst aus zwei Gründen befremdlich. Erstens widerspricht die Annahme eines psychischen Prinzips einer mechanisch-physiologischen Theorie, die, wie der Titel zeigt, *Nägeli* zu liefern beabsichtigte. Zweitens findet man nirgends in dem genannten Werk einen Hinweis auf *Lamarck* oder ihn auch nur erwähnt.

Es ist selbstverständlich, dass sich ein Werk über Abstammungslehre, das 1884 erschienen ist, mit dem Darwinismus auseinandersetzen muss; es ist ein Beweis für die Selbständigkeit *Nägelis*, dass er ihn in dieser Zeit einer gründlichen Kritik unterzog und ihn ablehnte, oder doch wenigstens ihm einen Geltungsbereich nur innerhalb enger Grenzen einräumte. Sein Werk ist die erste Kritik des Darwinismus von botanischer Seite aus, die weitgehenderen Einfluss gehabt hat.

Man kann nun die Frage aufwerfen, ob in der Ablehnung des Darwinismus begrifflich die Notwendigkeit der Annahme des Lamarckismus enthalten ist. Das würde dann der Fall sein, wenn die Ablehnung des Darwinismus zugleich die Ablehnung des Mechanismus bedeutete und wenn sich unter den nichtmechanischen Prinzipien nur solche fänden, die weniger folgerichtig sind wie der Lamarckismus.

Die erste dieser beiden Möglichkeiten ist schwer zu entscheiden. Wenn man dem Prinzip der Selektion die richtige Wirkungssphäre angewiesen hat, so wird man es in einer mechanistischen Abstammungslehre nur schwer

entbehren können. Aber gerade die Tatsache, dass man heutzutage nicht mehr daran denkt, von einer „Allmacht der Naturzüchtung“ zu reden, zeigt, dass das Prinzip nicht umfassend genug ist, um bei seiner Ablehnung eine mechanistische Auffassung unmöglich zu machen.

Es bleibt noch die andere Möglichkeit offen, die Frage, ob die Ablehnung des Mechanismus den Vitalismus und als seine folgerichtigste Theorie den Lamarckismus notwendig fordert. Aber auch diese Frage muss verneint werden; denn wenn man schon auf eine rein mechanistische Lösung der Frage verzichtet, so ist der Supranaturalismus mit seiner theistischen Konsequenz, wie ihn etwa der in gleicher Zeit mit *Nägeli* lehrende Botaniker *Wigand* vertritt, zum mindesten ebenso folgerichtig wie der Psycholamarckismus. Es müssen also andere Gründe sein, die *Nägeli* zu seiner Auffassung führten. Eine Betrachtung derselben führt zu dem interessanten Resultat, dass der Lamarckismus *Nägelis* eine Inkonsequenz darstellt und zwar vermutlich deshalb, weil sein System logisch eine Konsequenz fordert, die er vorher aus anderen Gründen abgelehnt hat, nämlich die Selektionstheorie. Und nur so ist es erklärlich, dass *Nägeli* nirgends *Lamarck* nennt; denn dass er dessen Schriften gekannt hat, geht aus seinen Arbeiten hervor.

Nägeli geht bei dem Aufbau seines Systems in seiner Abstammungslehre ungefähr folgendermassen zu Werke. Der Ausgangspunkt ist die Beobachtung. Aus ihr hat er sich allgemeine Begriffe seines Gegenstandes gebildet, wobei das Bildungsprinzip und der Einteilungsgrund die Art des zu behandelnden Gegenstandes bedingt. Mit diesen Begriffen experimentiert er, indem er sie zu einem System von Hypothesen in notwendige Beziehungen zu setzen und die daraus entstehenden Konsequenzen durch die mannigfaltigsten Beweise und Rückschlüsse mit den Tatsachen der Beobachtung, sowie gelegentlicher Experimente, in Uebereinstimmung zu bringen versucht.

Nägeli beginnt sein theoretisches Hauptwerk, „Die mechanisch-physiologische Theorie der Abstammung“, mit einer kurzen Kritik des Darwinismus und weist darauf hin, dass er kein umfassendes Prinzip der Entwicklung

darstellen kann, da er bereits eine Entwicklung mit der Richtung von unten nach oben voraussetzt. An dieser Stelle setzt er mit der Definition der grundlegenden Begriffe ein. Aus der Betrachtung der Pflanzen geht hervor, dass ein Vervollkommnungsprinzip in ihnen zum Ausdruck kommen muss, ein Fortschritt zum komplizierteren Bau und zur grösseren Arbeitsteilung. Er bezeichnet dieses Prinzip, um Missverständnisse zu vermeiden, auch mit dem Ausdruck *Progression*. Dieses Prinzip der Progression kann begrifflich in zwei Teile gespalten werden, nämlich in *Organisationsvollkommenheit* und *Anpassungsvollkommenheit*, die folgendermassen definiert werden (Seite 13): „Es gibt bezüglich der Vollkommenheit zwei Kategorien, die wir scharf trennen müssen:

1. Organisationsvollkommenheit, charakterisiert durch den zusammengesetzten Bau und die durchgeführte Teilung der Verrichtungen,
2. Anpassungsvollkommenheit, welche auf jeder Organisationsstufe sich wiederholt und welche in derjenigen unter den jeweiligen äusseren Verhältnissen vorteilhaftesten Ausbildung des Organismus besteht, die mit seiner Zusammensetzung im Bau und seiner Teilung der Funktion verträglich ist."

Diese beiden Formen der Progression sind bei der vergleichenden Betrachtung der Pflanzen als Merkmale erkennbar, sodass man sich also durch eine vergleichende Betrachtung dieser ein ziemlich weitgehendes Bild von dem Zusammenhang unter den Pflanzen machen kann. Diese Betrachtungsweise leidet jedoch an einem erheblichen Mangel. Dadurch, dass man nur von dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Merkmales Schlüsse ziehen kann, fehlt ein Masstab für die quantitative Vergleichbarkeit der Werte der einzelnen Merkmale. *Nägeli* sucht daher die Vergleichung der einzelnen Organismen in einem Zustande vorzunehmen, in welchem alle sichtbaren Merkmale eliminiert und so die Organismen auf die gleiche Struktur gebracht sind, d. h. im Eizustande. In diesem sind die Merkmale ebenso vorhanden, wie im ausgebildeten Zustande, jedoch nur der Potenz nach, im Anlagezustand, als Keim. Die materielle Grundlage dieser Anlagen muss

plasmatische Substanz sein. Es gilt also die Struktur dieses Anlagen-Plasmas oder, wie *Nägeli* es nennt, des *Idioplasmas* aufzuklären. *Nägeli* hat davon eine sorgsam ausgebaute Theorie gemacht, wobei er sich allerdings ganz auf das Gebiet der Hypothese begibt, da sich eine Beobachtung dieser Dinge allen technischen Mitteln entzieht. Er geht dabei sehr vorsichtig zu Werke und stellt die dem Idioplasma notwendig zukommenden Eigenschaften zunächst als Abstraktionen der tatsächlich vorhandenen Eigenschaften des Organismus dar. So kommt er zu der Vorstellung, dass das Idioplasma eine ausserordentlich komplizierte Struktur haben muss, da z. B. nicht nur eine Anlage darin potenziell enthalten sein muss, sondern auch die Bestimmung über ihre Entwicklungsmöglichkeit. Die Realisierungsmöglichkeit oder Latenz einer solchen Anlage innerhalb einer bestimmten Entwicklungsperiode (z. B. innerhalb der einzelnen Phasen eines Generationswechsels) hängt von der Struktur des Idioplasmas ab. Aus der quantitativen Verschiedenheit und den gleichen Wirkungen in Bezug auf den Anteil an der Qualität der vererbten Anlagen männlicher und weiblicher Keimzellen geht hervor, dass nicht die Masse, sondern nur die Beschaffenheit des Idioplasmas in Frage kommt, oder dass die Masse nur sehr klein zu sein braucht und der Unterschied durch gleichgültiges Plasma ausgeglichen wird. Immerhin muss die spezielle Beschaffenheit des Idioplasmas in seine molekulare Struktur verlegt werden, d. h. in das Gebiet der Hypothese.

Der Theorie des Idioplasmas liegt die Vorstellung *Nägelis* von der *micellaren Struktur des Plasmas* zu Grunde. Unter einem Micell werden kleinste Teile des Protoplasmas verstanden, selbständige Molekülgruppen, in denen die Moleküle nach Art der Kristalle eine bestimmte Struktur angenommen haben. Diese Einzelkörper liegen nicht dicht zusammen, sondern können sich mit einer Wasserhülle umgeben, sich dadurch bis auf einen gewissen Grad, d. h. bis an die Grenze der Wirkungssphäre ihrer gegenseitigen Affinität entfernen. In diesem Zustande ist die betreffende Substanz imbibiert, wie Protoplasma in lebensfähigem Zustande. Auf Grund dieser Anschauungen

geht *Nägeli* daran, sich Vorstellungen über die spezielle Struktur des Idioplasmas zu machen, indem er diesem gleichzeitig alle Eigenschaften beilegt, die es nach den vorher vorgenommenen Abstraktionen notwendig haben muss. Diese Struktur wird in Parallele zu der der Stärkekörner gestellt. Bei beiden handelt es sich um ein System fester Substanzen. Das Idioplasma muss fest sein, da die typische Funktion desselben auf seiner Configuration, d. h. der Anordnung seiner Micelle zueinander, beruht und diese also festgehalten werden muss. Seine einzelnen Teilchen dürfen nicht wie in einer Flüssigkeit gegeneinander verschiebbar sein.

Nägeli nimmt ferner für das Idioplasma eine strangförmige Struktur an, in der die einzelnen Micelle in Längsreihen angeordnet sind, die im Querschnitt eine bestimmte Configuration ergeben.

Eine weitere notwendige Eigenschaft, die dem Idioplasma als lebendigem, plasmatischem Körper zukommen muss, ist das Wachstum, das nach Art der micellaren Substanzen durch Intussusception, d. h. Einlagerung neuer Micelle zwischen die bereits vorhandenen geschieht. Es kann also nach zwei Richtungen wachsen: Erstens dadurch, dass sich neue Micelle zwischen die alten in die bereits vorhandenen Längsreihen einschieben; dadurch erfolgt ein Wachstum in der Längsrichtung ohne Veränderung der Configuration des Querschnittes. (Seite 41.) „Das Idioplasma besteht also eigentlich aus strangförmigen Körpern, welche während jeder ontogenetischen Periode mit dem Wachstum des Individuums stetig sich verlängern. Ferner müssen die Idioplasmastränge, da alle erblichen Vorgänge chemischer und plastischer Natur durch sie geregelt werden, überall im Organismus, selbst an den verschiedenen Stellen jeder Zelle, gegenwärtig sein und ebenso muss, wie sich bei Betrachtung der phylegenetischen Veränderung ergeben wird, eine Kommunikation zwischen den in verschiedenen Teilen eines Organismus befindlichen Idioplasmapartien stattfinden.“ — Oder fassen wir das Ganze abstrakt auf, so heisst das: Der substanzielle Anlagenkomplex teilt sich von der Eizelle (Keim, Spore), dem Ausgangspunkt, jeder einzelnen neugebildeten Zelle mit, indem er — selbst plas-

matische Substanz — die Bildung neuen Ernährungsplasmas, sowie die übrige norphologische Ausgestaltung anregt und durch Einlagerung neuer Substanz selber wächst, wobei die Configuration der Anlagen unverändert bleibt. Es ist dies der Vorgang jeder Ontogenese, jeden individuellen Wachstums. Neben diesem Längenwachstum des Idioplasmas geht sein Dickenwachstum langsam, aber stetig vor sich und zwar dadurch, dass sich neue Längsreihen zwischen die alten entweder durch Teilung oder durch Neubildung einschieben. Infolgedessen steigert sich die Komplikation in der Zusammensetzung des Querschnittes und damit der Anlagen. Da jede Zelle des Idioplasmas teilhaftig ist, sind es auch die Fortpflanzungszellen, sodass jedes neue Individuum diese etwas modifizierte Form des Idioplasmas erbt und sie selbst im Laufe seiner Ontogenese in demselben Sinne weiter verändert. Auf diese Weise greift daher eine zunehmende Vervollkommnung der Individuenreihe Platz.

Nachdem *Nägeli* noch die Möglichkeit der Urzeugung discutiert hat, ist nach Annahme dieser Möglichkeit ein grosser Teil seines Systems abgeschlossen. Durch diese seine Hypothese über die Struktur und die Wirkungsweise des Idioplasmas stellt sein System einen bedeutenden Fortschritt den vorhergehenden gegenüber dar. Er füllt die Lücke, die in den Systemen *Lamarcks* und *Darwins* durch das Problem der Entstehung neuer Formen repräsentiert wird, von vornherein durch die Einführung des Prinzipes der Progression oder des organischen Beharrungsvermögens aus und gibt als Ursache dieser Progression das Wachstum organischer Substanz an, wodurch er die Richtung in die Entwicklung bringt, ohne seine Zuflucht zu einem nicht-mechanischen Prinzip nehmen zu müssen. Auf diese Weise sind wenigstens seine Hypothesen fehlerfrei mechanistisch gedacht.

Zur näheren Erläuterung seien die ersten beiden Lehrsätze der Entwicklung probialer Organismen angeführt (Seite 341): „Erstens: das Primordialplasma nimmt gelöste Nährstoffe auf und lagert sie als Plasmamicelle zwischen die schon vorhandenen ein; darauf beruht ein stetiges Wachstum durch Substanzzunahme. Zweitens: durch den

Wachstumsprozess erlangen die Micelle in dem Primordialplasma stellenweise bestimmte Anordnungen und unter dem Einfluss der dadurch organisierten Molekularkräfte werden neue Funktionen und damit neue Verbindungen erzeugt. In der Folge gestalten sich die Micellanordnungen immer ungleicher und die Funktionen werden immer zahlreicher und mannigfaltiger."

Ferner (Seite 121): „Das Idioplasma ist der einzige Körper, der durch alle Ontogenien sich fortsetzt und eine unbegrenzte Dauer hat; denn das Idioplasma des letzten und höchst entwickelten Organismus ist das stetig fortwachsende Idioplasma des ersten probialen Wesens."

Nachdem also die erste Micelle nach Analogie der Kristallisation chemischer Substanzen entstanden ist, wird durch continuierliches Fortwachsen des idioplasmatischen Stammes eine Organisationsstufe nach der andern in den einzelnen Individuen erzeugt, wobei sich eine Aenderung — wie schon *Nägeli* annahm — nicht sofort bemerkbar macht, sondern eine neue Anlage bleibt durch Generationen hindurch so lange latent, bis sie eine hinreichende Mächtigkeit erreicht hat. Dann erst tritt sie in Form einer sprunghaften Aenderung in dem morphologischen Habitus des Organismus zutage. Damit ist eine Ursache der Veränderung gegeben, die innere, diejenige, von der die Bildung der Organisationsmerkmale abhängt.

Es bleibt jetzt noch übrig, diese so gewonnenen Hypothesen mit dem anderen Komplex von Merkmalen in Beziehung zu bringen, mit den Anpassungsmerkmalen. Zu dem Zweck wird von *Nägeli* eine genauere Analyse von Beobachtungstatsachen und einigen Versuchsresultaten vorgenommen. Beobachtet man Arten, die die gleiche Organisationshöhe erreicht haben, so findet man, dass sie meist in irgend einer Weise vorteilhaft an ihre Umgebung angepasst sind. Die ökologische Literatur ist jetzt hinreichend mächtig geworden, um den Beweis dafür zu erbringen. Hier handelt es sich darum, wie diese Anpassungen zustande gekommen sind. *Nägeli* ging aus von den Vorstellungen seiner Vorgänger, die zwar eine Unveränderlichkeit der Arten angenommen hatten, aber innerhalb der

Arten Veränderlichkeit in Form von Varietäten und Spielarten doch wohl zugeben mussten, wenn sie nicht zu ganz absurden Vorstellungen kommen wollten. Sie hatten dann, ausgehend von der oberflächlichen Beobachtung, einfach erklärt: Varietäten und Spielarten kommen unter dem Einfluss der äusseren Verhältnisse, vor allen Dingen des Klimas, zustande. *Nägeli* hatte dieser Frage spezielle und sehr genaue Untersuchungen gewidmet. Er kam dazu, *Standortsmodifikationen, Varietäten und Rassen* zu unterscheiden.

Er bezeichnet mit Standortsmodifikationen eine Form, die unter dem direkten Einfluss eines Standortes eine Aenderung erlitten hat, die nicht konstant ist. Er nimmt an, dass jeder direkte Einfluss äusserer Verhältnisse, möge er sich in der Ernährung oder als direkter Eingriff bemerkbar machen, der sich irgendwie morphologisch äussert, nach Aufhören der wirkenden Ursache — sollte sie auch von saekularer Dauer gewesen sein — sofort wieder verschwindet. Um ein Bild *Nägelis* zu gebrauchen: Es sind diese Aenderungen mit denen eines elastischen Körpers zu vergleichen, die er innerhalb seiner Elastizitätsgrenze erleidet.

Eine Varietät kommt zustande auf Grund einer konstanten Vererbungsänderung, was entweder durch dauernde Aenderung der Struktur einer Pflanze oder durch Anpassung geschehen kann. Da er aber annimmt, dass Standortsmodifikationen auch in einer langen Reihe von Generationen nicht konstant werden können, so muss eine Anpassungsvarietät auf andere Weise wie diese entstehen. Es muss die Möglichkeit einer Einwirkung von aussen auf das Idioplasma angenommen werden, damit in den nachfolgenden Generationen eine neue Eigenschaft zur Geltung kommen kann, die Beziehungen zur Aussenwelt hat, d. h. angepasst ist. Alle unvermittelten Einwirkungen von aussen treffen das Idioplasma nicht, sondern nur die vermittelten Einwirkungen oder Reize. Durch den Einfluss äusserer Reize auf den Organismus und gleichzeitig das Idioplasma entstehen nach *Nägeli* Anpassungen.

Endlich: Als Rassenbildungen werden alle Bildungen gekennzeichnet, die durch Hybridationen und ähnliche

Wirkungen in der Domestikation erzeugt werden. Sie sind nicht direkt identisch mit den Standortsmodifikationen, da sie erblich sind. Freilich werden oft Standortsmodifikationen als Rassen bezeichnet. Das wird deutlich, wenn sie in weniger günstige Umgebung gelangen. Es treten dann sofort wieder Rückschläge in die Ausgangsform auf. *Nägeli* charakterisiert den Unterschied folgendermassen (Seite 247): „Kurz ausgedrückt können wir sagen, bei der (künstlichen oder domestizierten) Rassenbildung wird nicht die Summe der idioplasmatischen Anlagen, sondern nur das Gleichgewicht zwischen denselben oder das Verhältnis von manifest werdenden und latent bleibenden Anlagen geändert; bei der (natürlichen) Varietätenbildung vermehrt sich die Summe der Anlagen. Bei der ersteren wird die Configuration des idioplasmatischen Systems durch Verschiebung von Micellgruppen bloss modifiziert, bei der letzteren aber durch Einschiebung neuer Gruppen, durch schärfere Scheidung der vorhandenen Gruppen und durch Differenzierung in ihrem Innern erweitert und bereichert." Es ist notwendig, dass jegliche Konkurrenz und Kreuzung mit der Stammart ausgeschlossen ist, um eine Rasse in ihrer Form zu erhalten. Vielfach schlagen Rassen auch schon auf ihre Stammform zurück, wenn eine etwas weniger sorgfältige Ernährung eintritt.

Im Brennpunkt des Interesses steht natürlich die Frage nach der Entstehung erblicher Anpassungsvarietäten, sowie die Frage nach dem Verhältnis von Varietäten schlechthin zur Aussenwelt, worüber *Nägeli* eine Fülle von Beobachtungen und Versuchen angestellt hat. In einer früheren Arbeit (1865) war er zu folgendem Resultat gekommen (Seite 105): „Die Bildung der mehr oder weniger konstanten Varietäten ist nicht die Folge der äusseren Agentien, sondern wird durch innere Ursachen bedingt." Er hatte das aus einer grossen Reihe pflanzen-geographischer Beobachtungen geschlossen. In seiner mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammung, berichtet er noch über spezielle Kulturversuche mit Hieracien, von denen er 2500 Varietäten in 4500 Nummern kultivierte. Die Resultate seiner Kulturversuche fasst er folgendermassen zusammen (Seite 238):

I. „Die möglichen Veränderungen . . . treten schon im ersten Kulturjahr ein. . . . Sie sind um so grösser, je mehr die Ernährungsfähigkeit des natürlichen Standortes und des Gartens verschieden ist. Die kleinen Alpenhieracien werden gross, stark verzweigt und reichblütig. . . . Diese Veränderungen sind also nicht erblich. Sie bewegen sich nur innerhalb der ontogenetischen Elastizitätsgrenze und bedingen die Standorts- oder Ernährungsmerkmale.

II. Die Merkmale, wodurch sich zwei auf dem nämlichen Standorte wachsende Arten oder Varietäten unterscheiden, bleiben im Kulturzustande durchaus konstant, sodass die üppig und gross gewordene Alpenpflanze die nämlichen charakteristischen Unterscheidungsmerkmale zeigt, wie die kleinen Pflanzen, von denen sie herstammt. . . . Auch die geringsten erblichen Merkmale erweisen sich als beständig." Auf Grund dieser Beobachtungen kommt schon *Nägeli* dazu, zu sagen, dass die Merkmale zweier Pflanzen nur dann miteinander verglichen werden können, wenn sie unter den gleichen Bedingungen entstanden sind. Von den weiteren Schlüssen, die er für die Systematik daraus zieht, sei abgesehen; nur darauf sei hingewiesen, dass er irgendwelche Einflüsse auf die Artbildung den Ernährungseinflüssen gänzlich abspricht. „Es ist", wie er sagt, (Seite 243) „für die Theorie der Abstammung von grosser Wichtigkeit, diejenigen äusseren Einflüsse, welche dem Organismus bloss Kraft und Stoff für die physiologische Arbeit zuführen und welche die Standortsmodifikationen verursachen, von denjenigen, welche als Reize wirken und dauernde Veränderungen hervorzubringen im Stande sind, zu scheiden." (Seite 245) „Werden die äusseren Umstände andere, so verändert sich auch die Accomodation und von einer Gewohnheit, welche die Dauer einer Erdperiode hatte, bleibt nichts zurück."

Bis hierher hat *Nägeli* die Entstehung der Varietäten lediglich von der Progression abhängig gemacht und den Einflüssen, die der Pflanze Kraft und Stoff zuführen, jede dauernde Wirkung abgesprochen. Die Annahme von Anpassungen fordert aber Beziehungen zur Aussenwelt und zwar nicht nur irgendwelche, sondern ganz bestimmte, nämlich zweckmässige. Um deren Vorhandensein zu er-

klären, stellt *Nägeli* seine Theorie der direkten Bewirkung auf. Bei ihrer Betrachtung wird die Frage von grossem Interesse sein, ob es ihm gelingt, in der Hypothese die Richtung vom Zufälligen auf das Zweckmässige notwendig auf mechanische Ursachen zurückzuführen.

Er kommt auf folgende Weise zu seiner Ansicht: Durch die dauernde Umbildung des Idioplasmas wird eine bestimmte Entwicklungsbewegung erzeugt. Diese Bewegung tritt dadurch, dass Kraft und Stoff von der Aussenwelt bezogen werden, mit dieser in Beziehung. Diese wirkt auf die Bewegung ein, wobei sich dreierlei Möglichkeiten ergeben.

Erstens: die Bewegung erfährt keine Störung, die Angriffe der Aussenwelt bleiben innerhalb der Elastizitätsgrenze und hinterlassen keinen dauernden Eindruck.

Zweitens: die Bewegung erfährt eine Störung; da aber die Eindrücke gering sind und oft in entgegengesetzter Richtung verlaufen, so heben sie sich auf.

Drittens: die Bewegung wird gestört durch eine Einwirkung, die lange Zeit in gleichem Sinne wirkt, sodass zuletzt morphologische Abänderungen entstehen. Als diese dritte Form kommen nur die vermittelten Einwirkungen oder Reize in Betracht. Bei ihrer Wirkung treten so mannigfaltige Uebersetzungen ein, dass man die Wirkungen und Ursachen nur schwer auf ihren Zusammenhang hin feststellen kann. Die Reizwirkungen gliedern sich nach *Nägeli* ungefähr folgendermassen: Zunächst äussert sich an der gereizten Stelle die Hauptreaktion, Reizbewegungen, das Zuströmen plastischer Substanzen und damit verbundene abnorme oder besondere Bildungen (Krümmungen, Gallenbildung). Dauert der Reiz, mag er noch so kräftig sein, nur kurze Zeit an, so hat es mit diesen Reaktionen sein Bewenden. Es verhält sich ein starker, einmaliger Reiz, was seine Wirkung betrifft, nicht wesentlich anders, wie ein sonstiger äusserer Eindruck. Dauert ein, wenn auch nur schwächerer Reiz, in derselben Richtung wirkend längere Zeit, mehrere Generationen hindurch an, so kann er Aenderungen im Idioplasma hervorrufen, die sich in zweierlei Weise äussern können. Entweder es tritt eine nur molekulare Aenderung ein. Während der Organismus

äusserlich scheinbar gleich bleibt, reagiert er nachher anders auf Reize wie vorher. Oder es tritt eine sichtbare Aenderung ein, eine morphologische oder funktionelle Aenderung. Ein Reiz braucht auf eine Generationsreihe von Organismen nur solange einzuwirken, bis eine gewisse Abänderung im Idioplasma erfolgt ist, die sich noch nicht morphologisch zu äussern braucht, sondern zunächst noch latent bleiben kann. Die Weiterentwicklung der Anlage, bis sie als äusseres Merkmal auftritt, geschieht im Idioplasma, ohne dass der Reiz weiter zu wirken braucht, nach dem organischen Beharrungsvermögen.

Durch die erste Form entsteht nach *Nägeli* die Anpassung der Reizbarkeit. Als Beispiele dafür führt er den Heliotropismus, den Geotropismus, die Reizbewegungen der Ranken an und anderes mehr.

Reichhaltiger und genauer ausgeführt sind die Beispiele zur morphologischen Anpassung. Geht man diesen genauer nach, so geben sie interessante Aufschlüsse. Ueber die Entstehung der Landpflanzen aus Wasserpflanzen sagt er Folgendes (Seite 162): „Ihr (der Wasserpflanzen) Idioplasma war so beschaffen, dass es einen Organismus erzeugte, welcher das Durchdrungensein mit Wasser und somit das Vorhandensein dieses Mediums voraussetzte. Als die Gewächse das bisherige Medium mit feuchter Luft vertauschten, wurde die genannte Voraussetzung nicht mehr erfüllt. Die aus dem Idioplasma hervorgehende Pflanzensubstanz, welche nun etwelcher Verdunstung ausgesetzt war, empfand also den Mangel von etwas, das ihr bisher nicht mangelte; und dieser Mangel konnte als Reiz wirken, welcher zu den von aussen wirkenden Reizen hinzukam, oder — um mich anders auszudrücken — dieser Mangel konnte der Reaktion auf äussere Reize die bestimmte Richtung geben, sodass die Anpassung in einer zur Befriedigung des empfundenen Bedürfnisses dienenden Weise erfolgte.“ Wenn man nicht genauer angibt, in welcher Weise *Nägeli* sich dieses als Reiz wirkende Bedürfnis denkt, so kann man annehmen, dass das psychisch empfundene Bedürfnis sich seine Organe und Funktionen erzeuge, als läge in dem Empfinden des Bedürfnisses die Richtung, das mechanische Mittel zur Erzeugung der Ab-

wehr. Das wäre konsequenter nicht mechanistischer Lamarckismus. Nun hat sich aber *Nägeli* gerade über dieses Beispiel der Wasserpflanzen genauer geäussert (Seite 145): „So wie nun in der Urzeit die Gewächse aus dem Wasser kamen, wirkte die Verdunstung als Reiz auf die Oberfläche. Das partielle Austrocknen verursachte daselbst eine negative Spannung, die man beispielsweise auch in der Rindenschicht eines ausgetrockneten Tropfens von Gummischleim leicht nachweisen kann. Ausser dieser veränderten Kombination der Molekularkräfte bestand der Reiz ferner noch in reichlicher Zufuhr von Sauerstoff, wohl auch in der energischeren Wirksamkeit des zwischen den äussersten Mebranmicellen liegenden Sauerstoffes und verursachte die chemische Umwandlung der oberflächlichen Zelluloselage in Korksubstanz.“ Es handelt sich hier also durchaus nicht um psychische Begriffe bei den Ausdrücken: Mangel und Bedürfnis, sondern das materielle Nichtvorhandensein einer notwendigen Substanz resp. die dadurch verursachten Spannungen wirken als Reiz, nicht irgendwelche bei einer Pflanze unerklärbare Empfindungen. Dann versucht er durch Auflösung der Gesamtreaktion in einzelne Teilreaktionen die Richtung der Reaktion auf das Zweckmässige mechanisch erklärbar und notwendig zu machen, ein Versuch, der allerdings misslungen ist. Dadurch, dass die Antwort auf den Reiz einen bestimmten Weg einzuschlagen hat, wird die Möglichkeit, dass sie in zweckmässiger Weise ausfällt, sehr viel wahrscheinlicher. Freilich lässt sich dadurch nur eine gewisse Verringerung der Zufälligkeiten erreichen, notwendig bestimmt ist die Richtung damit durchaus nicht. Nimmt man eine notwendige Bestimmtheit der Antwortreaktion im Sinne zweckentsprechender Anpassung an, so hat man damit ein psychisches Prinzip stabiliert, d. h. die Grundlage der Mechanik verlassen und das Kausalprinzip umgedreht. Aus einer Aeusserung *Nägelis* geht hervor, dass er selber merkte, dass die genannte Deskription der Reizwirkungen nicht zur mechanischen Erklärung von Anpassungen genügt. (Seite 167.) Jede äussere Einwirkung, die eine dauernde Veränderung verursacht, hat nämlich nicht etwa überhaupt die Bedeutung eines allgemeinen Reizes, der irgendwelche

Reaktionserfolge hat, sondern sie trifft in ganz bestimmter Weise ein besonderes Organ, eine besondere Funktion, eine besondere Stelle und erweckt hier ein dem Reiz entsprechendes bestimmtes Bedürfnis, wie ich dieses bereits an einem Beispiel erörtert habe (Schutz der Wasserpflanzen bei Uebergang in Landpflanzen gegen das Vertrocknen) und wie es auch für alle Fälle gilt. Es erscheint mir ganz natürlich, dass die Reaktion sich unter dem Einfluss dieses Bedürfnisses so gestaltet, dass demselben abgeholfen wird. „Ganz natürlich!“ sagt *Nägeli*, „notwendig“, was an dieser Stelle nötig wäre, wagt er nicht zu sagen. Trotzdem begründet er die notwendige Entstehung von zweckmässigen Anpassungen durch das Bedürfnis, wodurch er sein System zu einem Lamarckistischen macht. Dieser Lamarckismus ist eine Inkonsequenz. Würde an dieser Stelle die Selektion eingefügt, so würde ein vollständig geschlossenes, mechanisches System da sein. Es widerstrebte *Nägeli* offenbar, an dieser Stelle in sein System, sozusagen als Schlussstein, das Prinzip des von ihm bekämpften Darwinismus einzusetzen. (Seite 168.) Die Theorie der direkten Bewirkung im Gegensatz zur natürlichen Auslese kann also rücksichtlich aller durch Reize erfolgten Anpassungen Anspruch auf Gültigkeit machen.

Damit sei die Erörterung des *Nägeli'schen* Systems abgeschlossen.

Theorie der Wirkung des Gebrauches und Nichtgebrauches.

Nachdem der Ausgangspunkt des Lamarckismus bei *Lamarck* und der des Neolamarckismus in der Botanik bei *Nägeli* festgestellt ist, können einzelne Prinzipien historisch verfolgt werden.

Die Theorie des Gebrauches und Nichtgebrauches ist von *Lamarck* an Tieren durch Beobachtung gefunden und auch nur auf die Entwicklung der Tiere angewandt worden. Da die Pflanzen nach *Lamarck* keine Reizbarkeit besitzen, sah er keine Anwendungsmöglichkeit des Begriffes auf diese. Soll er aber auf die Pflanzen angewandt werden, so muss selbstverständlich erst eine entsprechend veränderte Definition gegeben werden. Es ist merkwürdig, dass dieser Begriff als ein ganz selbstverständlicher ohne weiteres in die Botanik übergegangen ist und an den verschiedensten Stellen als Erklärungsprinzip benutzt wird, ohne dass man sich über das, was er hier bedeutet, klar geworden ist. Besonders deutlich zeigt das eine Arbeit *v. Wettsteins* 1897—98) betitelt: „Ueber die Innovationsverhältnisse von Phaseolus coccineus."

v. Wettstein fand auf einem Gartenstück, das mit Phaseolus coccineus bepflanzt gewesen war, rübenartige Bildungen, die aus dem Hypokotyl und den beiderseits anschliessenden Teilen der Phaseoluspflanzen hervorgegangen waren. Diese Rüben besassen an ihrem oberen Ende in den Achseln der Kotyledonen gesunde Knospen. Sie wurden im Kalthause im Sande überwintert. Anatomische Untersuchung der Knollen zeigten, dass es sich nicht um abnorme Bildungen handelte. Im nächsten Frühjahr wieder ausgepflanzt, ergaben sie kräftige Pflanzen, die 26 resp. 32 Samen trugen. Im Laufe des Sommers waren die Knollen stark geworden. Sie wurden wieder überwintert und im folgenden Jahre ausgepflanzt. Sie entwickelten sich bedeutend schwächer und gaben nur 7 resp. 8 Samen. Wieder überwintert und im folgenden

Jahre zum dritten Mal ausgepflanzt, kam nur noch der Spross einer einzelnen Knolle zur Entwicklung, der aber vertrocknete, ehe er zur Blütenbildung gelangt war. Aus den Samen dieser Pflanzen wurden Pflanzen gezogen, die auch wieder Knollen lieferten, die in derselben Weise überwintert wurden. Diese zeigten schon im zweiten Jahre, da sie ja mit den aus Samen gezogenen Pflanzen verglichen werden konnten, eine deutliche Schwächung, liessen sich aber ebenso wie die andern, 3 bis 4 Jahre halten. Ferner wurden die Wurzeln beliebiger, im Herbst ausgegrabener Phaseolus-Pflanzen überwintert und im nächsten Frühjahr wieder ausgepflanzt. Sie zeigten genau dasselbe Verhalten wie die obigen Pflanzen. Sie wurden von Jahr zu Jahr schwächer und lieferten, wenn sie überhaupt ins vierte Jahr hineinkamen, dann keinen Samen mehr, sondern starben vorher ab.

Versuche mit beliebigen aus Samen gezogenen Pflanzen von Phas. cocc. zeigten genau dasselbe Verhalten.

Aus diesen Versuchsreihen zieht *v. Wettstein* den Schluss, dass es sich um eine ursprünglich perennierende Pflanze handle, die durch den Nichtgebrauch des Ueberwinterungsorgans veranlasst sei, dieses zu reduzieren und annuell zu werden. Dieser Prozess sei aber noch nicht ganz beendet, sondern nur soweit fortgeschritten, dass die jährliche Reproduktion zwar noch bestehe, aber von Jahr zu Jahr schwächer werde und im vierten Jahre ganz verschwinde. Dieses Verschwinden hänge noch davon ab, dass nur im ersten und zweiten Jahre für die Innovation wirklich gesorgt sei und Knospen in den Achseln der Kotyledonen angelegt seien, in den folgenden Jahren finde eine Innovation aus den ersten Internodien des Sprosses statt.

Es ist hier also lediglich *ein* Zustand in dem Entwicklungsgange des Organismus von Phas. cocc. festgestellt. Ein einzelner Zustand genügt aber unmöglich, um eine Richtung im Laufe einer Entwicklung festzustellen. Dazu sind mindestens zwei Zustände nötig, die zeitlich und logisch unabhängig voneinander zu eruieren sind. Die Art und Weise des früheren Zustandes von Phas. cocc. in seiner Heimat darf deshalb nicht aus dem hier angeführten

Zustande erschlossen werden, weil gerade von der Unabhängigkeit beider, der phylogenetische Wert des hier behandelten Zustandes abhängt. Angenommen aber, es sei der erste Zustand, das ursprüngliche Perennieren von Phas. cocc. ebenso einwandfrei festgestellt, wie der hier geschilderte, so würde der daraus gezogene Schluss: Es handle sich um eine Entwicklung von Phas. cocc. von der perennen zur annuellen Lebensweise, doch nur *eine* Möglichkeit neben anderen enthalten. Die beiden anderen Möglichkeiten, die denkbar sind, sind keineswegs ausgeschlossen. Entweder kann es sich um Bastard-Bildungen zwischen ursprünglich perennen und annuellen Formen handeln, worüber die Zahlenangaben der Arbeit keinen Schluss zulassen, oder aber der geschilderte Zustand bei Phaseolus cocc. ist ein ursprünglicher und stationärer.

Angenommen aber, es seien diese Möglichkeiten ausgeschlossen, so erhebt sich noch immer die Frage, welche Ursache die angegebene Entwicklung veranlasst haben kann. *v. Wettstein* sagt: „Der Nichtgebrauch!" das heisst also in diesem Falle: dadurch, dass die Innovationsorgane in jedem Jahre durch den in unserem Klima im Herbst eintretenden Frost zerstört werden, verliert die Pflanze schliesslich die Fähigkeit, solche zu bilden. Das würde ein Fehlschluss sein, da die Samenbildung jedesmal vorher abgeschlossen ist. Es wird also die Vererbungssubstanz in diesen niemals von der Wirkung des Nichtgebrauches berührt, sondern diese steht, was die Potenz (um einen modernen Ausdruck zu gebrauchen) zur Bildung von Innovationsorganen anbetrifft, in direktem Zusammenhange mit den Stammindividuen der Heimat. Es sind also die Reihen derjenigen Individuen, die immer aus dem im ersten Jahre oder der ersten Vegetationsperiode hervorgegangenen Samen entstanden sind, genau in der gleichen Lage, wie die hier gezogenen. Auch ihre Vererbungssubstanz ist nie über die Potenz zur Bildung von Innovationsorganen hinausgekommen, und es wäre nachzuweisen, ob es bei den Phas.-Pflanzen in ihrem heimatlichen Klima tatsächlich Reihen von Pflanzen gibt, die auf diese Weise annuell geworden sind. Die Wirkung des Gebrauches also fällt in diesem Falle nicht mit der Wirkung des Klimas

zusammen und wenn an dieser Stelle überhaupt Gebrauchswirkung angenommen werden soll, so ist der Gebrauch mit einfachem morphologischen Vorhandensein, der Nichtgebrauch mit Latenz identisch. Demnach müsste Phas., ehe es in unser Klima eingeführt wurde, Reihen von Individuen in allen Zwischenformen von vollständig perenner bis vollständig annueller Lebensweise besitzen, je nach der Zahl der durch Gebrauch oder Nichtgebrauch beeinflussten Generationen. Obige Definition des Begriffes Gebrauch lässt sich aber nicht verallgemeinern, abgesehen davon, dass er auch nicht für Phas. als zutreffend nachgewiesen ist; denn sonst wäre das Auftreten von funktionslosen Organen unerklärlich, sie müssten längst durch Nichtgebrauch beseitigt sein. Andererseits ist durch verschiedene Untersuchungen nachgewiesen, dass man eine Generation niederer Pflanzen im Kreise des Generationswechsels jahrelang züchten kann, ohne dass deren Nachkommen die so lange vollkommen latente Fähigkeit zur Bildung der anderen Generation abhanden kommt.

v. Wettstein stützt sich in seinen Ansichten auf eine Mitteilung *Batalins* über das Perennieren des Roggens. *Batalin* zieht nicht die Schlüsse wie *v. Wettstein* daraus. Er hat nachgewiesen, dass es auch Kulturformen von Roggen gibt, die perennierend sind, was bisher nur von wildwachsenden Formen bekannt war. *Batalin* nimmt an, dass es sich dabei um eine allgemeine Eigenschaft des Roggens handelt, dass jede Roggenart unter günstigen Bedingungen perennieren kann. Diese Eigenschaft würde demnach latent weiterbestehen, wenn sie auch vielfach durch die Kulturbedingungen *nicht zur Entfaltung kommt*. Das der Roggen durch Nichtgebrauch diese Eigenschaft verloren habe, scheint mir nicht aus der Arbeit *Batalins* hervorzugehen, sondern das Gegenteil.

Auf einem ganz anderen Wege ist man zu einer neuen Definition dieses Begriffes gekommen, die sich im letzten Grunde mit Vorstellungen *Nägelis* deckt und den Tatsachen der Botanik besser entspricht. Der Weg, den die betreffenden Gedankenreihen dabei nehmen, hat weder *Nägeli* noch überhaupt die Abstammungslehre berührt.

Aus Bedürfnissen und Problemen der Reizphysiologie hervorgegangen, zeigen erst die letzten Konsequenzen Berührungspunkte mit den hier behandelten Problemen. Es sind das die Arbeiten, die auf die von *Pfeffer* (1891) publizierte Arbeit von *R. Hegler*, „Ueber den Einfluss von Zugkräften auf die Festigkeit und die Ausbildung mechanischer Gewebe in den Pflanzen", gefolgt sind. Eine ganze Reihe von Problemen treffen in der Fragestellung der *Hegler'schen* Arbeit zusammen, die Probleme des Geotrophismus, der Heterotrophie der Holzgewächse u. a.

Das Problem der Heterotrophie tritt zuerst in den Gesichtskreis der Wissenschaft. 1833 gibt *De Candolle* in seiner Physiologie folgendes an: „Es ist bekannt, dass die Holzschichten auf der unteren Seite der Seitenzweige exogener Bäume im Vergleich zu den Schichten der oberen Seite um desto dicker werden, je mehr sich die Zweige selbst der horizontalen Richtung nähern." Er erklärt diese Erscheinung durch das Durchsickern des Nahrungssaftes in der Richtung von oben nach unten. Diese Erklärung geht auf *Knigth* zurück, der sie als erster beobachtet hat.

1860 veröffentlichte *Schimper* eine Mitteilung, in der er das exzentrische Dickenwachstum in allen seinen Erscheinungen registriert und verschiedene Bezeichnungen dafür eingeführt hatte, nämlich die Bezeichnungen Hypo-, Epi- und Diplonastie. Eine kausale Erklärung, die er nicht gab, führte *Hofmeister* (1867) ein, er führte das ungleichseitige Dickenwachstum auf die Wirkung der Schwerkraft zurück.

v. Mohl beschrieb (1862) das ungleichmässige Dickenwachstum des Wurzelholzes, ohne eine kausale Erklärung dafür anzuführen, da es ihm vollkommen regellos erschien.

Nördlinger (1871) beobachtete, dass an Stelle des konzentrischen Dickenwachstums ein exzentrisches eintritt, wenn bis dahin vertikale Sprosse in geneigter Lage weiterwachsen. Dabei bildet sich an Nadelhölzern Hyponastie aus, bei Laubhölzern Epinastie. Ebenso erhält man an Grasknoten einseitig gefördertes Dickenwachstum, wenn man sie an der geotropischen Aufkrümmung verhindert. Es schien so, als wenn das eine Bestätigung der *Hofmeister-*

schen Theorie von dem direckten Einfluss der Schwerkraft darstellte.

Kny (1877) verwarf diese Theorie, da die Schwerkraft in diesem Falle bei verschiedenen Pflanzen die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen müsste. Oft finden sich sogar bei der derselben Pflanze an verschiedenen Jahresringen Verschiedenheiten der Zentrizität. *Kny* nimmt an, dass es sich um eine Gesamtwirkung aller äusseren Faktoren handle. Wagerechte Zweige seien diesen Faktoren sehr viel mehr ausgesetzt, als vertikale Sprosse; z. B dadurch, dass die obere Seite eines Zweiges vom Regen mehr benässt wird wie die untere Seite, wird die Borke geschädigt und wird locker. Infolgedessen kann sie auf das Cambium nicht mehr denselben Druck ausüben wie die untere Seite, es entsteht Epinastie. *Kny* erklärte damals das Ueberwallen von Wundrändern auch durch die Druckverminderung, die durch die Verwundung entsteht. Die Hyponastie der Coniferen allerdings muss auf anderen Ursachen beruhen, da gleichzeitig die Zellwände stark verdickt sind, was nicht durch Druckverminderung entstehen kann. Möglicherweise hat die Anisophyllie auch Einfluss in dieser Richtung, da dadurch verschiedenen Zweigteilen eine verschieden grosse Menge von Nahrungsstoffen zugeführt wird.

1882 erklärte *Detlefsen* das exzentrische Dickenwachstum in ähnlicher Weise. Er macht es abhängig vom Rindendruck; bei vermindertem Druck sei eine Zunahme des Dickenwachstums zu konstatieren. Das starke Ueberwiegen der Dicke an den Stellen, an denen Nebenwurzeln aus den Hauptwurzeln hervorbrechen, wird auf diese Weise erklärt. Er weist ferner darauf hin, dass jede Krümmung auf der konvexen Seite eine Steigerung des Druckes hervorruft, die auf der konkaven Seite eine Verminderung, wonach sich das Dickenwachstum richte.

1886 weist endlich *Wiesner* nach, dass das einseitige Dickenwachstum auch auf inneren Gründen beruhen kann. Wenn man einen horizontalen Zweig vertikal bindet, so wird die vom Hauptspross abgewandte Seite gefördert. Er führt ausserdem andere Bezeichnungen ein, wie *Schimper* und nennt diese zuletzt genannte Erscheinung Exotrophie.

1887 hatte sich *Wortmann* mit den Reizbewegungen der Pflanzen im allgemeinen beschäftigt und war zu dem Resultat gekommen, dass durch den Kontakt- oder Lichtreiz bei einzelligen Organen (Phycomyces) an der gereizten Stelle Protoplasma-Ansammlungen auftreten und damit gleichzeitig eine Verdickung der Zellwand erfolgt. Bleibt auch der Turgor der Zelle gleich, so muss eine Ausbiegung der unverdickten Seite erfolgen und eine Krümmung entstehen, bei der die verdickte Seite die konkave ist. *Wortmann* nahm an, dass ein mehrzelliges Organ in seiner Gesamtheit genau so reagiert, wie ein einzelliges Organ, dass also nicht eine Aenderung der Membranen innerhalb der einzelnen Zellen entsteht, sondern eine Aenderung innerhalb einzelner Zellkomplexe und zwar in demselben Sinne. Die gereizte Seite eines pflanzlichen Organes bewirkt Plasma-Ansammlungen an dieser, wodurch die Zellwände verstärkt werden. Die verschiedene Stärke der Membranen veranlasst bei Turgeszenz eine Krümmung des ganzen Organes. Da eine einzelne Zelle im Gewebe nur einen sehr kleinen Teil des Krümmungsbogens darstellt, kann man an dieser keine Veränderung mehr wahrnehmen. Um die Zellen der gereizten und ungereizten Seite miteinander vergleichen zu können, hielt er Sprosse möglichst lange in einer geotropischen Reizlage und verhinderte sie daran, sich aus dieser zu entfernen, etwa durch angehängte Gewichte. Nach vierundzwanzig Stunden konnte man starke Verdickungen der Zellwände der Oberseite wahrnehmen. An der Unterseite dagegen waren grosslumige Zellen mit dünnen Zellwänden vorhanden.

1888 wurden diese Theorien *Wortmanns* von *Elfing* widerlegt. Die Ansammlungen von Protoplasma und die Membranverdickungen sind nach *Elfing* nicht die Ursache, sondern die Folgen von Krümmungen, da sich dieselben Erscheinungen bei gewaltsamer Krümmung zeigten. Auch solche Pflanzen, die er in gekrümmtem Zustande auf dem Klinostaten kultivierte und so von der Schwerkraft unabhängig machte, zeigten dieselben Erscheinungen, die er auf mechanische Dehnung zurückführt. Damit hatten sich diese Probleme zugespitzt. Wenn es gelang, nachzuweisen, dass Pflanzen auf mechanische Dehnung so reagieren, wie

es im Sinne der Theorie von *Elfing* notwendig war, so war damit ein Teil der Probleme des exzentrischen Dickenwachstums gelöst. Andererseits war es eine für die Theorie des Gebrauches oder der direkten Bewirkung äusserst wichtige Frage.

Dazu kommt noch eine Gruppe von anderen Problemen, die bisher nicht erörtert worden sind und die ebenso der Lösung harrten, die die Fragestellung *Heglers* bringen sollte.

1874 war die Schrift *Schwendeners* „Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotyledonen" erschienen. In dieser Schrift hat *Schwendener* nachgewiesen, dass in den Stengeln und Blättern der Monokotyledonen die Festigungselemente so verteilt sind, wie es dem mechanischen Prinzip entspricht, d. h. die Herstellung der nötigen Biegungsfestigkeit, der Strebe- und Schubfestigkeit, bei möglichst geringem Materialaufwande. Infolgedessen werden Festigungselemente nur an solchen Stellen angelegt, die mechanisch stark in Anspruch genommen werden. *Schwendener* leitet die verschiedenen Formen der Biegungsfestigkeit von dem Prinzipe des T-Trägers ab und zeigt dann im einzelnen, wie die Anordnung der Elemente diesem Prinzipe entspricht. Er vermeidet es jedoch streng, den im Zusammenhang mit den vorhin besprochenen Problemen so naheliegenden Schluss zu ziehen, dass diese Anordnung der mechanischen Elemente *durch* die mechanische Inanspruchnahme genetisch entstanden sind, ebenso vermeiden das diejenigen Forscher deren Arbeiten im Anschluss an diese *Schwendeners* folgen. *Haberlandt* betont es ganz direkt in seiner „Physiologischen Pflanzenanatomie", dass er nur das Sein, aber nicht das Gewordensein festzustellen beabsichtigt. Trotzdem also *Schwendener* das genetische Problem des mechanischen Prinzipes nicht formuliert und discutiert hat, war es mit der Arbeit ohne weiteres gegeben.

1891 berichtet nun *Pfeffer* in der sächsischen Akademie der Wissenschaften über eine Arbeit von *Hegler*. Dieser hatte das Hypocotyl von Helianthus annuus zunächst auf seine Zerreissungsfestigkeit geprüft und dann entsprechende Pflanzen mit einem etwas geringeren Gewicht belastet.

Ebenso die Hypocotyle von Phaseolus. Nach einigen Tagen hatte sich die Tragfähigkeit nach seinen Angaben bedeutend erhöht und von 160 Gramm bis auf 300 und 400 Gramm zugenommen. Bei den Blattstielen von Helleborus wurde die Tragfähigkeit in 5 Tagen um das zehnfache gesteigert. Es wurde dies nach *Hegler* durch Verstärkung der mechanischen Elemente erreicht, da bei Helleborus die sonst fehlenden Bastfasern im Blattstiele massenhaft auftraten. *Pfeffer* führt noch folgendes für die Reaktion an: „Die besprochene Reaktion ist wiederum eins der vielen Beispiele einer zweckentsprechenden Selbstregulation des Organismus, der in diesem Falle nach Massgabe der Inanspruchnahme oder des Gebrauches die Festigkeit gerade der stark angespannten Teile vermehrt und demgemäss anatomische Differenzen ausbildet.“ Diese Arbeit war besonders deshalb wichtig, weil es sich um eine Neubildung von Elementen handelte, die vorher in den Blattstielen nicht dagewesen waren. So ging diese Bildung wohl über das hinaus, was man sonst unter Selbstregulation einer Pflanze verstehen kann. Aus der Interpretation *Pfeffers* geht hervor, dass er der Ansicht ist, dass hier die Veränderungen an den Pflanzen gemäss der mechanischen Inanspruchnahme eintreten. Aus welchem Grunde das geschieht, geht nicht daraus hervor. Es dürfte die dieser Auffassung entsprechende Definition also lauten: Gebrauch ist die mechanische Inanspruchnahme.

Für den Nachweis, dass anatomische Veränderungen bei verhinderter geotropischer Aufkrümmung mit dem Zug, resp. dem Druck, der in den Geweben erzeugt wird, zusammenhängen, führt *Pfeffer* noch folgenden Versuch an: Lässt man einen Stengel in einer Glasröhre horizontal weiterwachsen, so entsteht innerhalb des Stengels eine so starke Spannungsdifferenz, dass die Oberseite des Stengels trotz der Verstärkung der mechanischen Elemente durch die Zugspannung einreissen kann. Diese Spannung wird durch die Ungleichmässigkeit des Längenwachstums erzeugt. Bringt man einen solchen Stengel in einen Gipsverband, so fehlt das Längenwachstum, es entsteht keine Zug- und Druckspannung und damit fehlen alle Erfolge

der Spannungen, ebenso wie bei realisierter Krümmung die Verstärkungen fehlen.

Da *Hegler* diese Versuche nicht hat abschliessen können, wurden Nachuntersuchungen notwendig, zumal andere Arbeiten mit ähnlichen Fragestellungen wie die von *Wiedersheim* (1903), der Zweige von Trauerbäumen belastet hatte und keine positive Reaktion im Sinne *Heglers* gefunden hatte, nicht den Erwartungen entsprachen.

1904 wurde von *Ball* mit der gleichen Fragestellung und Methode wie *Hegler* gearbeitet. Es wurden Helianthus, Phaseolus, Lupinus, Rizinus, Helleborus und Mirabilis jalappa zunächst auf ihr Zerreissungsgewicht geprüft, dann eine gleiche Pflanze mehrere Tage lang steigend belastet. Nach Verlauf mehrerer Tage zeigte es sich, dass eine Zerreissung meist bei höherem Gewicht eintrat, aber dasselbe geschah auch mit den Kontrollpflanzen, die unter denselben Bedingungen, aber ohne Belastung, kultiviert worden waren. Diese vermochten sogar vielfach ein höheres Gewicht zu tragen, da durch die Belastung vermutlich eine gewisse Störung des Lebensprozesses erzeugt wird. Abweichungen von diesen Regeln im positiven Sinne waren so gering, dass sie durchaus innerhalb der individuellen Variabilität lagen. Irgendwelche Veränderungen in den mechanischen Geweben wurden überhaupt nicht festgestellt. Wird eine Pflanze durch angehängte Gewichte in horizontaler Lage gehalten, so tritt eine starke Förderung der mechanischen Elemente an der Oberseite ein. Eine allgemeine Erhöhung der Zugfestigkeit wird dadurch nicht erzielt, da die Unterseite in der Gewebebildung entsprechend vernachlässigt wird. Wird durch mechanische Biegung eine Gewebespannung herbeigeführt, so tritt immer an der Seite, die der geotrophischen Reizwirkung abgewendet ist, Festigungsgewebe auf. Werden mechanisch gekrümmte Pflanzen auf den Klinostaten gebracht, so zeigt die konvexe Seite starken Bast. Das Resultat dieser Untersuchungen ist folgendes: Direkter longitudinaler Zug bewirkt keinerlei Aenderung bei den behandelten Pflanzen; abgesehen davon, dass zunächst eine Wachstumsretardation eintritt, die nachher wieder ausgeglichen wird. Infolgedessen kann die Ausbildung der mechanischen Gewebe bei unterdrücktem

Geotropismus und bei mechanischer Krümmung nicht auf der Wirkung von Zug und Druck beruhen. Treffen mechanische Krümmungen und geotropische Reizung zusammen, so wird der Effekt der geotropischen Reizung überwiegen, meistens sogar so sehr, dass die Krümmung keinerlei Erfolg zeigt.

Mit dieser Arbeit war das *Hegler*-Problem eigentlich erledigt. Die Resultate wurden von *Pfeffer* in den Jahrbüchern widerrufen, es ist unerklärlich, wie sie zustande gekommen sind. Doch da das negative Resultat *Balls* für alle die Einzelprobleme, die in der Fragestellung der *Hegler'schen* Arbeit zusammentrafen, höchst unerwünscht war, so wurde es immer wieder von neuem in Angriff genommen. 1906 wurden sie von *Bücher* weiter verfolgt. *Bücher* hat hauptsächlich gewaltsame Krümmung mit geotropischer Induktion vereinigt. Er kommt zu folgendem Resultat: Bei gleichstarker Wirkung von Geo- und Kamptotrophismus tritt Summation der Wirkungen ein. Bei rechtwinkeliger Krümmung von vertikalen Sprossen wird der Erfolg in der Krümmungszone stärker als im horizontalen Teile. Bei antagonistischer Wirkung beider Faktoren überwiegt immer einer der beiden Reize so sehr, dass die opponente Wirkung nicht oder nur wenig bemerkt wird. Bei rechtwinkeligem Angriff der Reize fällt die resultierende Reaktion nicht in die Halbierungslinie, sondern ist immer mehr nach der Angriffsrichtung des bei antagonistischer Wirkung überwiegenden Reizes verschoben. *Bücher* schliesst daraus, dass *Ball* bei einfachem Zug keine Zunahme mechanischer Elemente gefunden hat und dass ein einfacher Druck ebensowenig die Ausbildung der Wandverdickung hemmt, dass die Vorgänge des Geotrophismus auf diese Weise nicht erklärt werden können. Man muss annehmen, dass entweder spezielle trophische Reize hinzukommen, oder dass die Wirkungen von den Spannungsdifferenzen, also von dem gleichzeitigen Auftreten von Druck und Zug in demselben Organe abhängig sind.

In der Folgezeit wurde die Frage vorwiegend von Amerikanern behandelt.

Newcombe erzielte schon 1894, also bald nach dem Erscheinen der Arbeit *Heglers*, im Grossen und Ganzen

durch den Einfluss des Druckes eines Gipsverbandes dieselben Resultate wie sie später *Bücher* mit seinen Druckversuchen erreichte. Die Versuche *Büchers* wie *Newcombes* sind nicht entsprechend dem Resultat der Veränderungen, die durch den Druck an der Unterseite eines geotropisch gereizten Organes entstehen.

Nach 1906 wurde das Thema mit der gleichen Fragestellung und fast der gleichen Versuchsanordnung immer wieder von neuem in Angriff genommen. 1907 fand *Hibbard,* dass ein der Längsachse paralleler Zug einen geringen Zuwachs mechanischen Gewebes bei Vinca major hervorbringt und ebenso wird von den Wurzeln von Helianthus und Rizinus das mechanische Gewebe angereichert. Im übrigen hatte er nur negative Resultate. Durch den Einfluss von Druck fand er eine geringe Anreicherung des Gewebes bei Fuchsia, Vinca und Helianthus.

Pennington (1910) hatte bei einer grossen Anzahl von Versuchen über den Einfluss des Längsdruckes nur negative Resultate. Er konnte weder eine Veränderung des mechanischen Gewebes, noch eine Aenderung der Biegungsfestigkeit, noch eine solche in dem Widerstand gegen Druck konstatieren. Seine Versuchspflanzen waren: Hymenaea, Rhus, Populus, Rizinus, Helianthus, Vicia.

1909 fand *Bordner* positive Resultate unter dem Einfluss von Zug. Er hat besonderen Wert auf möglichst genaue und vorsichtige Methoden gelegt, um eventuelle Fehler seiner Vorgänger zu vermeiden. So mussten z. B. bei *Ball* vielfach ungenaue Resultate dadurch entstehen, dass die Versuchspflanzen bei der Prüfung auf Zerreissungsfestigkeit an der gezogenen Stelle rissen, ein Zeichen, dass der Stengel an der Stelle durch den Druck der Schlinge an Festigkeit verloren hatte. *Bordner* suchte daher durch sorgfältige Umwickelung mit Baumwollflanell diese Gefahr zu beseitigen. Da aber seine positiven Resultate, also der Unterschied in der Zerreissungsfestigkeit der Versuchs- und Kontrollpflanzen, sehr gering sind, so wäre es denkbar, dass er bei seinen Vorgängern infolge der Versuchsfehlerquellen nicht in die Erscheinung getreten ist. Doch ist die individuelle Variabilität so gross, dass der Unterschied zwischen den gezogenen und nicht-

gezogenen Pflanzen auf Zufall beruhen kann, zumal die Zahl der von *Bordner* untersuchten Pflanzen nicht sehr gross ist. Nach den angegebenen Tabellen *Bordners* schwankt die Zerreissungsfestigkeit von 19 Versuchspflanzen von Sinapis alba zwischen 7,70 kg und 28,09 kg, hat also einen Spielraum von 20,39 kg, ebenso die von 20 Kontrollpflanzen zwischen 25,86 und 5,54 kg, also mit einem Spielraum von 20,32 kg. Die Mittelwerte beider Reihen betragen 19,77 kg und 14,93 kg, das Bestehen der Differenz von 4,84 kg kann also bei einer individuellen Amplitude von über 20 kg wohl kaum als exakter Beweis gelten. — Ausserdem suchte er durch Feststellung der Zahl der einzelnen mechanischen Elemente und des Masses der Zellwände bessere Vergleichsmomente zu gewinnen, wie seine Vorgänger. Diese Methode hat jedoch den Nachteil, dass sie sehr zeitraubend ist. Daher hat sich *Bordner* auch oft nur mit Mittelwerten aus 5 Individuen begnügt, was unmöglich als beweisend gelten kann.

Auf Grund dieser Untersuchungen kann also schwer ein wirklich positives oder negatives Urteil über die behandelte Frage abgegeben werden. Die grössere Wahrscheinlichkeit liegt bei dem negativen Resultat. Mit Sicherheit kann man sagen, dass die Resultate der Veränderungen, als Reaktion auf Zug oder Druck, nicht im entferntesten denen entsprechen, die man nach der Theorie des Geotrophismus oder des Einflusses gewaltsamer Krümmung erwarten musste.

Eine Arbeit, die einen neuen Gesichtspunkt in die Frage bringt, ist die von *Brush* (1912). Auch er hat die Erfolge von mechanischem Zug an pflanzlichen Organen untersucht; aber mit dem Unterschiede, dass er stark reizbare Organe, nämlich Ranken von Passiflora zoerulea für seine Versuche benutzt. Damit tritt das Problem wieder mit einer neuen Reihe von anderen Problemen in Zusammenhang, nämlich mit der speziellen Frage des Einflusses von Zug auf Ranken.

1886 hat *Müller* in einer Arbeit über Cucurbitaceenranken folgendes ausgeführt. Er hat gezeigt, dass das Unverholztsein des Sklerenchyms eine Bedingung der Tätigkeit, das heisst der Reizbarkeit, der Ranken ist, wenn sie

eine Stütze erfasst haben. Ranken, die keine Stütze erfassen, verholzen auch, aber später und schwächer. Ranken, die gefasst haben, verholzen sehr viel stärker und erfahren im Ganzen folgende anantomische Veränderung: Erstens eine Anschwellung durch Wachstum der Zellschichten zwischen der Peripherie und dem Sklerenchym (Epidermis, Collenchym und Parenchym) durch Zellvergrösserung. Zweitens Verhärtung; der Teil, der die Stütze erfasst hat, verholzt ganz. Das Sklerenchym bildet einen Ring und das innere Parenchym verholzt auch. Der spiralig aufgerollte Teil verholzt nur in dem unteren Sklerenchymstreifen und dem Xylem der Gefässbündel, sodass dieser Teil biegsam, obwohl fest bleibt.

Worgitzky (1887) zeigt, dass der Bau der Ranken der mechanischen Inanspruchnahme im Sinne *Schwendeners* entspricht.

Es würde also das Resultat von Zugversuchen an diesen Organen sehr bedeutungsvoll für eine Ansicht über ihren Ursprung und überhaupt die Abstammungslehre sein. Aus diesem Grunde hat *Brush* die Ranken von Passiflora untersucht. Da diese aber sehr stark auf Kontaktreiz reagieren, so wird es technisch unmöglich, Zugreiz wirken zu lassen, ohne gleichzeitig sehr starken Kontaktreiz zu induzieren. Daher wurde auch gleichzeitig die Wirkung des Kontaktreizes auf das Organ beobachtet, und die Frage gestellt, ob sich durch Zug eine Veränderung der Kontakt-Wirkung erreichen lässt. Für diese Versuche waren also zweierlei Kontrollexemplare notwendig, erstens gänzlich ungereizte und zweitens solche, bei denen die gleichen Gewichte, wie bei den unter Zug gestellten Exemplaren so angebracht waren, dass sie nur denselben starken Kontakt von Ranke und Umwicklungsmaterial herstellen, ohne an der Ranke zu ziehen. Nur auf diese Weise ist eine Vergleichung von Zahlen möglich. Eine seiner Tabellen sei angeführt:

Ungereizt	Contaktreiz	Contakt- und Zugreiz
190 g	651 g	1007 g Zerreissungsgewicht

wobei vergleichende Untersuchungen wahrscheinlich machen, dass der Zug auf die basale, nur wenig kontaktreizbare

Zone eine grössere Verstärkung bringt, als der auf der mittleren sehr reizbaren Zone angebrachte Zug. Auch durch Druck wird die Festigkeit ein wenig erhöht In der mechanischen Ausbildung zeigt sich, dass die Verdickung der Markzellen nur durch den Zug, die Verdickung des Xylems durch den Kontakt erreicht wird.

Betrachtet man die zuletzt behandelten Arbeiten im Zusammenhang, so lässt sich aus ihnen der Begriff Gebrauch herausschälen, wie er dem jetzigen Stande des Problems entspricht und für die Abstammungslehre fruchtbar ist. Besonders in der letzten Arbeit von *Brush* tritt er mit Deutlichkeit zu Tage. Man ist wohl berechtigt, zu sagen: Eine Ranke stärkt sich durch Gebrauch, wobei das in diesem Falle nicht der mechanischen Inanspruchnahme gemäss geschieht, sondern gemäss der *Inanspruchnahme der Reizbarkeit*. Es ist das selbstverständlich eine längst bekannte Tatsache, denn auch die Verstärkung von Muskelgewebe kann nur erfolgen auf dem Umwege über die Inanspruchnahme ihrer Reizbarkeit, wenn sie auch in diesem Fall im Effekt der mechanischen Inanspruchnahme entspricht. Es ist nur gut, wenn man sich dieser Definition in jedem Fall bewusst ist. Denn gerade hier, bei dem Problem der Wirkung des Zugreizes, zeigt es sich, dass keine der mechanischen Inanspruchnahme entsprechende Verstärkung eintritt, wie *Pfeffer* nach der Interpretation der Arbeit *Heglers* meinte. Im Uebrigen bringt das Beispiel von Passiflora für die Abstammungslehre nicht viel Neues, denn in der speziellen Art der Reizbarkeit von Passiflora, durch welche bestimmte, in diesem Fall sicher durchaus zweckmässige Gewebeabänderungen veranlasst werden, äussert sich eine bereits bestehende Anpassung. Und ob diese bestehende Form der Reizbarkeit durch den Zug- und Kontakt-Reiz im Laufe der Phylogenese ihre spezielle Richtung erhalten hat, ist durch nichts bewiesen. Denkbar wäre es schon, d. h. nur mit Hilfe der Selektion. Dass in dem andern Fall der longitudinale Zug auf beliebige Organe auch als Reiz wirkt, zeigt sich daraus, dass eine deutlich bemerkbare Reaktion auf denselben hin eintritt. Da es sich dabei aber wohl um einen Reiz handelt, auf den hin kaum eine Anpassung vorliegt, so fällt diese

Reaktion auch nicht notwendig zweckmässig aus. *Hegler* hat beobachtet, dass das Wachstum in der auf den Beginn des Zuges folgenden Zeit eine merkliche Verzögerung erleidet, die erst nach einiger Zeit ausgeglichen wird, wenn nämlich eine Gewöhnung an den Reiz eingetreten ist. *Flaskämper* hat sogar eine direkt unzweckmässige Reaktion auf Zug gefunden, insofern als dieser bei Wurzeln von Vicia Faba Hemmungsbildungen auslöste, wie sie auch durch mangelhafte Ernährung erzeugt werden. Deshalb eben waren auch alle Arbeiten, die eine zweckmässige Reaktion auf Zugreiz suchten, negativ, d. h. nur eben in dieser Fragestellung; denn die allgemeine Reizbarkeit der Pflanzen äussert sich auf diesen speziellen Reiz hin in einer speziellen Reaktion. Die andere Möglichkeit, die eines zweckmässigen Ausganges, wäre ebenso denkbar gewesen.

v. Göbel ist der Ansicht, dass die Versuche *Büchers*, die eine Verstärkung des mechanischen Gewebes auf der Konvexseite gekrümmter Pflanzenteile gezeigt haben, keinen Zusammenhang zwischen dieser Verstärkung mit der Beanspruchung darstellen. Es wäre denkbar, dass diese Verstärkung damit zusammenhängt, dass durch die Krümmung eine verschiedene Stoffverteilung zustande kommt. *v. Göbel* führt in der „Organographie" und der „Einleitung in die experimentelle Morphologie" mehrere Beispiele dafür an, dass gekrümmte Wurzeln nur auf der Konvexseite Seitenwurzeln hervorbringen. Mit der besonderen Stoffverteilung und anderen allgemeinen Korrolationserscheinungen hängt auch die Zunahme der mechanischen Elemente in den Fruchtstielen zusammen und nicht mit der Belastung durch die schwerer werdende Frucht. Alle Versuche, eine Verstärkung der Stiele durch künstliche Belastung hervorzurufen, sind nach den Arbeiten von *Keller, Pieters, Vöchting* und *Flaskämper* ergebnislos gewesen. Wohl aber gelang es *Flaskämper*, eine Unterdrückung der mechanischen Ausbildung dadurch hervorzurufen, dass er die Transpiration bei Kürbis-Früchten durch Umwickelung mit Guttapercha unterband.

Die Erblichkeit der durch immer sich wiederholende Reize im Laufe von Generationen erzeugten und durch Selektion ausgesonderten, zweckmässigen Bildungen steht

noch zur Diskussion. Immerhin kann die Inanspruchnahme der Reizbarkeit in dieser Form unter der Vorstellung *Nägelis* von der Anreicherung zweckmässiger Reaktionen durch die Spezialisierung des Reizvorganges ein diskutierbares Problem der Abstammungslehre darstellen. Durch die Einführung der allgemeinen Reizbarkeit wird kein psychischer Faktor in die Diskussion gebracht; wenn die Reizbarkeit auch noch ein nicht vollständig mechanisch analysierbares Phänomen ist, so hat *Pfeffer* doch durch den Vergleich mit den mechanischen Auslösungsvorgängen das Problem soweit eingeengt, dass man es unter die mechanisch lösbaren d. h. unter die überhaupt der Wissenschaft zugänglichen Probleme zu rechnen hat.

In dieser Form findet sich in der Abstammungslehre der Botanik heutzutage der letzte Rest der von *Lamarck* aufgestellten Theorie des Gebrauches und Nichtgebrauches.

Der Psycholamarckismus.

Der Psycholamarckismus leitet sich historisch von der Ansicht *Lamarcks* ab, die er in der Erweiterung seines ersten Gesetzes theoretisch formuliert hat. Es ist das die Vorstellung, dass das Bedürfnis eines Organismus sich das diesem Bedürfnis entsprechende Organ schafft. Man sieht heutzutage gerade diesen Teil der Lehren *Lamarcks* als einen besonders charakteristischen Teil derselben an, besonders dann, wenn es sich um die Gegenüberstellung von Darwinismus und Lamarckismus handelt. Ob das mit Recht oder Unrecht geschieht, darüber lässt sich, wie im ersten Abschnitt gezeigt ist, streiten. Das System *Lamarcks* wird dadurch zu einem vitalistischen gestempelt, was es tatsächlich, wenigstens durch die jetzt daraus gezogenen Konsequenzen auch ist, was aber wohl kaum in der Absicht *Lamarcks* gelegen hat. An der Stellungnahme der heutigen Psycholamarckisten ist jedoch nicht zu zweifeln.

Der heutige Psycholamarckismus enthält kurz gesagt die Ansicht, dass die in *jedem* Organismus vorhandenen psychischen Kräfte die Gestaltung und die Funktion der Organismen so beeinflussen, dass sie zweckmässig verlaufen, also dem vorhandenen Bedürfnis entsprechen. Begrifflich fällt daher der Psycholamarckismus unter den weiteren Begriff des Vitalismus. Das soll heissen, dass jedes konsequente psycholamarckistische System mit Notwendigkeit ein vitalistisches ist, nicht aber umgekehrt, ein vitalistisches auch ein psychistisches. Das Verhältnis ist ferner derart, dass der Nachweis eines Fehlers im Vitalismus auch die psycholamarckistischen Systeme als unbrauchbar zu Fall bringt, umgekehrt, dass der Nachweis der Möglichkeit der vitalistischen Systeme noch nicht den Berechtigungsgrund des Psycholamarckismus einschliesst. Die Frage nach dem Vitalismus, allgemein gefasst, ist aber so umfangreich, dass sie hier nicht aufgerollt werden soll. Es soll nur insofern darauf eingegangen werden, als das System eines seiner

Vertreter zur Erörterung des Psycholamarckismus benutzt werden soll, nämlich das System *Reinkes.*

Reinke hat, obgleich selbst nicht Psycholamarckist, doch zu dessen Problem insofern Bedeutendes beigetragen, als er ihm eine theoretische Formulierung gegeben hat, die es leicht übersehbar macht und die Fehler klar zutage treten lässt.

Soll nämlich das Zweckmässigkeitsprinzip, das die mechanischen Kräfte im Organismus regelt und richtet, wissenschaftlich wertvoll sein, so muss man annehmen, dass es den Charakter eines Gesetzes besitzt; hat es einen solchen nicht, so sinkt es auf den Wert einer blossen Regel herab und da eine solche bekanntlich ihre Bestätigung durch ihre Ausnahmen erfährt, so kann eine solche keinen allzugrossen wissenschaftlichen Wert haben. *Reinke* nimmt nun den gesetzmässigen Charakter des obigen Prinzipes an und kommt zu folgenden Resultaten: In dem dritten Kapitel seiner „Philosophie der Botanik" über Kausalität und Finalität weist er zunächst darauf hin, dass das Studium der Beziehungen zwischen den Dingen Objekt der naturwissenschaftlichen Erkenntnis ist und fährt dann fort (Seite 22): „Diese Beziehungen eines Geschehens können anknüpfen an ein früheres oder scheinbar gleichzeitiges Geschehen: dann nennen wir sie *Kausalbeziehungen*; oder sie können gerichtet sein auf ein zu erreichendes Ziel, auf einen Zweck, auf die Verwirklichung einer Harmonie, auf die Regulierung eines Prozesses: dann sind es *Finalbeziehungen.*" Die Aufdeckung derselben erklärt er als Aufgabe wissenschaftlicher Analyse, er behauptet, dass Kausalität und Finalität Parallelen zeigen, ja in einander übergehen können, je nachdem man sie von dem zeitlich vorhergehenden oder nachfolgenden Ereignis betrachtet. (Seite 27): „In allen diesen Fällen sind reale Finalbeziehungen mit Kausalbeziehungen verknüpft, und genau wie bei den Maschinen tritt auch bei den Organismen das Kausalprinzip in den Dienst des Finalprinzips. Wie es töricht wäre, sich eine Maschine ohne die Finalbeziehung der Teile aufeinander vorstellen zu wollen, so würde auch ein kausal vollkommen erklärter Organismus bei Ausserachtlassen aller Finalbeziehungen seiner Teile kaum An-

spruch auf wissenschaftliches Interesse besitzen. In der Physik ist die „Kausalerklärung“ ausreichend, in der Maschinenkunde schon nicht; in der Biologie sind Kausalbetrachtung und Finalbetrachtung zwei gleichberechtigte Methoden für die Erkenntnis und die Beurteilung der Pflanzen- und Tierwelt.“ Wenn in den obigen Ausführungen gemeint ist, dass eine Finalbetrachtung als heuristisches Prinzip nach Analogie menschlichen, zwecktätigen Handelns bildlich und vergleichsweise auf das organische Geschehen angewandt werden *kann,* um menschlicher Anschauung fremde Dinge bildlich begreiflich zu machen, so ist dagegen nichts einzuwenden, sofern man sich dessen stets bewusst bleibt. Wenn aber *Reinke* sagt, dass bei Unterbleiben der Finalbetrachtung der wissenschaftliche Wert der Untersuchung verloren gehe, so kann das doch nur bedeuten, dass eine Finalbetrachtung angewandt werden *muss*; und das ist zweifellos fehlerhaft. Deutlicher wird seine Ansicht an einer anderen Stelle, aus der hervorgeht, dass der Begriff der Finalität eine im organischen Geschehen realisierte Gesetzmässigkeit bedeuten soll. In der „Einleitung in die theoretische Biologie“ findet sich folgendes (Seite 74): „Von biologischer Notwendigkeit kennen wir zwei Arten, die Kausalität und Finalität. Jeder Lebensvorgang ist bedingt durch vorausgegangene Erscheinungen: dies ist die Kausalität; er kann aber auch bedingt sein durch Folgen: das ist die Finalität.“ Ferner (Seite 75): „Unser Denken verbindet die Kausalität und Finalität zu einer höheren Einheit der logischen Notwendigkeit.“ Die Ausdrucksweise ist so eigenartig, dass man zunächst nicht recht weiss, was gemeint ist. Man muss annehmen, dass nicht ganz das gemeint ist, was gesagt ist. Denn dass ein Lebensvorgang nicht von seinen Folgen abhängen kann, bedarf doch wohl keiner Erläuterung. Entweder das Ganze ist ein Paradoxon, dann ist Kausalität = Finalität. In diesem Fall stellen sich der Verbindung dieser beiden Begriffe zu einer höheren logischen Einheit keine Schwierigkeiten entgegen. Wenn ich b sage und meine a, dann ist allerdings a gleich b. Oder aber die Finalität stellt sich als Umkehrung der Kausalität dar, dann dürfte durch das besagte logische

Experiment kaum mehr herauskommen wie ein trivialer Satz. Doch davon sei abgesehen. Wenn man sich an das hält, was gemeint ist, so trifft man den Kernpunkt der Sache. *Plate* hat es in einer Widerlegung der Ansichten *Reinkes* sehr scharf abgegrenzt. Er sagt in dieser Abhandlung (Seite 165): „Ich halte es nicht für richtig, dass bei der Betrachtung der Organismen“ unser Denken die Kausalität und die Finalität zu einer höheren Einheit der logischen Notwendigkeit“ verbindet. Es soll damit gesagt sein, dass die Organismen so absolut und ausnahmslos zweckmässig reagieren, dass wir uns unzweckmässige Lebensprozesse überhaupt nicht vorstellen können. Hierin liegt ein doppelter Irrtum. „Logisch“ heisst bedingt sein durch die Gesetze unseres Denkens. Selbst wenn die Organismen ausnahmslos zweckmässig sich verhielten, was keineswegs der Fall ist, könnte man nicht von einer logischen Notwendigkeit reden, sondern höchstens von einer realen; denn denkbar sind auch indifferente oder schädliche Lebensprozesse. Logisch notwendig ist nur, dass das organische Geschehen kausal verläuft; denn eine Ausnahme hiervon ist überhaupt undenkbar. Ferner ist es unrichtig, dass die Organismen stets zweck- und erhaltungsmässig reagieren.“ Das ist die Konsequenz des Versuches, die Finalität als ein der Kausalität gleichwertiges Gesetz darzustellen Dem widerspricht nicht nur die Philosophie, sondern auch die Tatsachen der Empirie. Besonders *v. Goebel* hat an den verschiedensten Stellen darauf hingewiesen. So schon 1888, dass z. B. die Höhlungen in den Stämmen von Polypodium sinnosum keine zweckmässigen Anpassungen an die Ameisen darstellen, sondern durch Austrocknen des Wassergewebes entstehen. Ferner ist er der Ansicht, dass z. B. die stets als nützliche Anpassung dargestellte Insektivorie verschiedener Pflanzen eine rein zufällige Errungenschaft ist. Er sagt darüber folgendes in den pflanzenbiologischen Schilderungen (Seite 210): „Die Insektivorie . . . . ist den betreffenden Pflanzen nach den vorliegenden Untersuchungen sehr nützlich, aber nicht unentbehrlich und keinesfalls verleiht es ihnen im Kampf ums Dasein ein Uebergewicht über diejenigen Pflanzenformen die sie nicht besitzen.“ Ferner hat er (1904) nach-

gewiesen, dass die kleistogamen Blüten keinerlei nützliche Anpassung darstellen, sondern lediglich Hemmungsbildungen sind, d. h. Hemmungsbildungen, „die trotzdem ein vollständiges Ausreifen der Sexualprodukte erlauben." Er sagt in der Zusammenfassung auf Seite 786 folgendes: „Die teleologischen Erklärungsversuche für das Auftreten der Kleistogamie sind unzutreffend. Diese steht weder mit dem Mangel an Bestäubungsvermittlern noch mit dem Unterbleiben der Samenbildung in den chasmogamen Blüten in ursächlichem Zusammenhang. Sie ist vielmehr bedingt durch unzureichende Ernährungsverhältnisse und Korrelation mit den vegetativen Organen . . . Auch solche Pflanzen bringen kleistogame Blüten hervor, welche diese durchaus nicht notwendig haben. Für manche Pflanzen aber ist die Fähigkeit kleistogame Blüten zu bilden, deswegen von grosser Bedeutung geworden, weil die chasmogamen bei ihnen nicht regelmässig Samen ansetzen. Das Verhältnis ist aber umgekehrt, als es gewöhnlich betrachtet wird: Die kleistogamen Blüten treten nicht auf, weil die chasmogamen keine Samen ansetzen, sondern die Samenbildung kann unterbleiben, weil kleistogame Blüten vorhanden sind." Und endlich weist *v. Goebel* nach, dass ein grosser Teil von Reizreaktionen, die man bisher immer als Zweckmässigkeiten betrachtet hat, ganz zufällig erworbene Erscheinungen sind, die in keiner Beziehung für den Lebensvorgang nützlich oder gar notwendig sind. Es handelt sich dabei um die 1916 erschienene Arbeit über das Rumphius-Phänomen. Er sagt darüber auf Seite 86: „Nun hat man aber . . . . übersehen, dass die primäre Funktion der Gelenke, d. h. die erste und allgemeinste, garnicht die der Ausführung von Variationsbewegungen ist. Vielmehr sind die Gelenke in erster Linie Entfaltungsorgane, in zweiter tragen sie das Gewicht der Blätter oder Blatteile, und erst in dritter Linie sind manche davon auch Organe für Variationsbewegung." Aus der Zusammenfassung auf Seite 115 ist noch folgendes anzuführen: „Die durch die Art der Entfaltung ermöglichten Reizbewegungen der Blätter können für die Pflanze von Nutzen sein, sind es aber in zahlreichen Fällen, soweit wir bis jetzt urteilen können, nicht. Vor allem ist es für die

auffälligen seismonastischen Bewegungen, wie die von Mimosa pudica, Berberis und Centaurea trotz aller Deutungsversuche nicht nachgewiesen, dass sie den Pflanzen unter ihren natürlichen Lebensbedingungen nützlich oder gar unentbehrlich sind.

Noch weniger ist dies für die langsamen, durch Stossreiz ausgelösten Bewegungen anzunehmen . . . Die Reizbarkeit kann nützlich sein, braucht aber nicht nützlich zu sein."

Nach dem Nachweis, dass nützliche Reaktionen nicht notwendig im organischen Geschehen realisiert werden, ja dass auch indifferente oder unnütze Zustände entstehen können, bleibt nur noch eine Möglichkeit übrig, um den Einfluss zweckmässig funktionierender psychischer Faktoren zu retten, nämlich, dass dieselben sich bei dem Hervorbringen unzweckmässiger Organe und Funktionen geirrt haben in der Wahl der anzuwendenden Mittel. Auch diese Konsequenz ist wirklich gezogen worden: so zu lesen in der Geschichte des Lamarckismus von *Wagner*. Damit erledigt sich der Psycholamarckismus als wissenschaftlich ernst zu nehmende Theorie natürlich von selbst.

Nach dem Vorhergehenden wird es nicht weiter merkwürdig erscheinen, dass sich die eigentlich wissenschaftliche Botanik nur wenig mit dieser extremen Richtung des Lamarckismus abgegeben hat, sondern dass das mehr den Autoren populärer Werke vorbehalten geblieben ist. Im Folgenden sollen die Ansichten zweier dieser Autoren einer genauen Prüfung unterzogen werden. Es sind das *Kerner von Marilaun* und *R. H. Francé*.

Kerner, dessen „Pflanzenleben" im Jahre 1877 erschien, bekennt sich strikt zum Vitalismus. Er nimmt eine besondere Lebenskraft in den Pflanzen als lebenden Organismen als vorhanden an, die sich aber seiner Meinung nach besonders im Instinkt der Pflanzen äussert. Diese letzte Ansicht lässt es geboten erscheinen ihn unter die modernen Psycholamarckisten zu rechnen.

Kerner versucht seine Sätze dadurch zu stützen, dass er an Erscheinungen anknüpft, die bei der Keimung von Samen auftreten. Die Keimfähigkeit der Samen, die

eine bestimmte Zeit lang, etwa 20 bis 30 Jahre längstens, anhalte, um dann zu erlöschen, ohne dass man im Plasma eine sichtbare Aenderung der Struktur wahrnehmen könne, sei ein Teil der allgemeinen Lebenskraft der Organismen. (Seite 49) „Es ist nicht Elektrizität, es ist nicht magnetische Kraft, diese Kraft ist überhaupt mit anderen Naturkräften nicht identisch, denn sie zeigt eine Reihe von eigentümlichen Wirkungen, welche allen anderen Naturkräften abgehen. Ich nehme keinen Anstand, diese mit den anderen nicht zu identifizierende Naturkraft, deren unmittelbarstes Angriffsobjekt das Protoplasma ist, und deren eigentümliche Wirkungen wir das Leben nennen, wieder als Lebenskraft zu bezeichnen. . . . Wenn man jene Wirkungen der Lebenskraft, welche sich in Bewegungen äussern, die für den ganzen Organismus die zweckmässigsten und vorteilhaftesten sind, als instinktive bezeichnen wollte, so wäre auch dagegen nichts einzuwenden. Dann aber haben auch die Pflanzen Instinkt. . . . Was ist Instinkt anderes als eine *unbewusst zweckmässige Arbeitsleistung**) des lebenden Organismus?

Mit dem Worte Instinkt ist das, was erklärt werden soll, die Fähigkeit unbewusst zweckmässiger Arbeitsleistung, selbstverständlich nicht erklärt. Das Ganze kann nur so aufgefasst werden, dass unter Lebenskraft eine im übrigen nicht mit Naturkräften identifizierbare Kraft verstanden werden soll, die diese unbewusst zweckmässige Arbeitsleistung bewirkt, besser gesagt: regelt, da ja die zweckmässige Arbeitsleistung als Realität in die Erscheinung treten soll. Eine Erscheinung kann aber nur als Realität von wirklichen, mechanischen Naturkräften hervorgebracht werden. Den mechanischen Kräften wohnt aber kein teleologisches Prinzip inne, sodass sie in Bezug auf die Zweckmässigkeit der hervorgebrachten Erscheinung zufällig wirken. So muss also die Lebenskraft, die das Eintreten zweckmässiger Erscheinungen verbürgt, unter Umständen imstande sein, unzweckmässige Wirkungen der mechanischen Kräfte zu verhindern; das heisst aber nichts anderes als selbst Arbeit zu leisten. Daraus ergibt sich, dass die

*) Von mir gesperrt.

Lebenskraft den andern mechanischen Naturkräften zum mindesten sehr nahe verwandt sein muss. Ferner: Da sie die Organismen als solche kennzeichnet, muss sie mit den Naturkräften Gesetzmässigkeit gemeinsam haben. Diese Gesetzmässigkeit muss sich so erweisen, dass überall da, wo die Lebenskraft das herrschende Prinzip ist, notwendig Zweckmässigkeit vorhanden sein muss. Damit wären wir wieder bei der *Reinke*'schen Finalität angelangt und alles für diese Gesagte gilt auch für *Kerners* Instinkt. Das Werk *Kerners* ist infolge dieser seiner Ansicht eine Zusammenstellung der Zweckmässigkeiten im Pflanzenleben geworden, unter peinlichster Vermeidung alles Unzweckmässigen. Der Abstammungslehre auf psychistischer Grundlage, der Konsequenz aus seinen Ansichten, stand *Kerner* durchaus ablehnend gegenüber. Er nahm für sie hauptsächlich seine Bastardierungslehre in Anspruch.

Der quantitativ umfangreichste Versuch einer Pflanzenpsychologie ist erst in neuester Zeit gemacht worden, und besteht in dem achtbändigen Werk „Das Leben der Pflanze" von *Francé*. Vor diesem Werk hat *Francé* schon mehrere kleine Schriften des gleichen Inhalts erscheinen lassen, die in sicherer Erkenntnis, wo für solche, mit glänzender Phantasie bestechend ausgearbeitete Essays ein Leserkreis gefunden werden kann, als Kosmos-Bändchen erschienen sind. Auch seine Ansichten lassen sich auf die Definitionen *Reinkes* von der Finalität zurückführen.

„Pflanzenleben" (Band 2, Seite 397): „Das vegetative Leben der Pflanzen hat seinen Ursprung in der Fähigkeit des Plasmas seine Bedürfnisse auch in bedürfnissmässiger Weise zu befriedigen. *Diese Fähigkeit äussert sich in logischen Reaktionen, ist daher psychischer Natur.**) Diese Fähigkeit kann sich aber ebenso, wie der Mensch, nur mechanischer Mittel bedienen, sodass ihr Wirken nur als mechanisches Wirken sinnfällig wird . . . Sie (die obengenannte Fähigkeit) erlischt mit dem Tode des Einzelwesens und wird nur durch die Verjüngung materieller Bestandteile fortgepflanzt. Sie verhält sich also

*) Von mir gesperrt.

in ihrer wesentlichen Kraft, ihrer Begrenztheit und ihrem Erlöschen genau so wie die menschliche Seele."

Die Kritik kann an verschiedenen Punkten ansetzen. Zunächst: Was soll der Ausdruck „logische Reaktionen" bedeuten? Als Reaktionen bezeichnet man im allgemeinen die Wirkungen mechanischer Kräfte. Und logisch heisst, „bedingt sein durch die Gesetze unseres Denkens." Dieser Definition von *Plate* schliesse ich mich an, da sie für diesen Zweck genügt Eine logische Reaktion bedeutet demnach: eine durch die Gesetze unseres Denkens bedingte Wirkung von mechanischen Kräften. Substituiert man die so gefundene Erklärung in den ursprünglichen Satz, so erhält man: Diese Fähigkeit äussert sich in einer durch die Gesetze unseres Denkens bedingten Wirkung von mechanischen Kräften, ist also psychicher Natur. Also nicht nur, dass *Francé* den Pflanzen die Gesetze unseres Denkens zuschreibt, er macht die Wirkung mechanischer Kräfte auch von diesen Gesetzen abhängig, so abhängig, dass sie sinnfällig wahrnehmbar werden. Das dürfte nichts anderes sein als *Reinkes* Finalität als Gesetz des organischen Geschehens gedacht, womit alles Vorhergesagte auch auf diesen Fall seine Anwendung findet. Es würde zu weit führen, jeden einzelnen Satz, mit dem *Francé* eine neue Aera in der Naturwissenschaft heraufzuführen gedenkt, in ähnlicher Weise zu analysieren, trotzdem das ein recht nützliches Unternehmen sein müsste; denn das Unheil, das in kritiklosen Köpfen durch die bestechende Sprache der Arbeiten *Francés* angerichtet wird, ist bedenklich.

Es ist selbstverständlich, dass der Psycholamarckismus, der die ontogenetische Entwicklung der Pflanzen in keiner Weise zu erklären vermag, an der Phylogenese vollständig scheitern muss. Es ist immer wieder in allen diesen Anschauungen der gleiche fehlerhafte Grundgedanke zu finden: Zweckhandlungen als Gesetze des realen Geschehens in das Werden der Organismen einzuführen. Es ist deswegen unnötig, weiter darauf einzugehen.

Ich schliesse mit dem Zitat einer Stelle aus *Schleidens* wissenschaftlicher Botanik, in der er sich über die Theorie der Lebenskraft äussert und worin er eine Ansicht vor-

bringt, die heute noch auf alle mit dem Vitalismus zusammenhängende Systeme anwendbar ist (Seite 41): „Die ganze Lehre von der Lebenskraft ist überall nichts anderes, als das Prinzip der faulen Vernunft, die statt einzugestehen, wie wenig sie weiss, wie endlos und mühselig der Weg des Forschens noch vor ihr liegt, auf dem jeder einzelne Schritt ihre höchste Anstrengung erfordert, um nicht vom rechten Pfade abzukommen, sich lieber mit dem süssen Traume ihrer Allwissenheit, oder mit dem Anspruch der bescheiden tuenden Faulheit, dass es ihr nicht vergönnt sei, alles zu wissen und das göttliche Mysterium zu durchdringen, aufs Lotterbett legt und es der Phantasie überlässt, die grosse Leere, welche auszufüllen sie zu träg ist, mit einem schönen buntgemalten Vorhang, den dann Jeder nach eigenem Geschmack verziert, zu verdecken."

Theorie der Progression und ihre Beziehung zu der Wirkung äusserer Bedingungen.

Im folgenden Abschnitt soll die Theorie der Progession mit der über die Wirkung äusserer Bedingungen in Beziehung gesetzt werden. Da diese beiden Theorien zunächst wenig oder garnichts gemeinsam zu haben scheinen, so kann ein solcher Versuch befremden. Bisher sind sie auch in der Literatur stets gesondert behandelt worden, wenn es sich um eine Darstellung von Deszendenztheorien gehandelt hat. Trotzdem lassen sich solche Beziehungen sowohl bei *Lamarck* wie bei *Nägeli*, als auch ganz besonders in der allerjüngsten Form der experimentellen Abstammungslehre bei *Blaringhem* und *Klebs* finden

Aus dem, was im ersten Abschnitt über *Lamarck* und sein System gesagt ist, lässt sich zunächst eine ganz äusserliche Verwandtschaft zwischen den genannten Theorien feststellen, nämlich die, dass sie beide als Lückenbüsser die Schwächen seines Systems verdecken müssen. Diese Eigenschaft ist der Theorie der Progession bis zu *Nägeli* geblieben.

Nach der Theorie des Gebrauches und Nichtgebrauches, die ja in dem System *Lamarcks* den Kernpunkt darstellt, kann ein Organ erst dann abgewandelt werden, wenn es bereits vorhanden ist. Es kann also die Theorie nicht die Ursache enthalten, die den Fortschritt der Organismenreihe vom Einfachen zum Komplizierten, damit das Auftreten neuer Organe, bedingt. Dass eine solche Ursache vorhanden sein muss, hatte *Lamarck* aus der Beobachtung erschlossen. Doch sind seine Beobachtungstatsachen, die ihn hierzu veranlassten, keineswegs eindeutig und zwingend; denn im System des Darwinismus wird der Versuch gemacht, ohne eine solche den Fortschritt veranlassende Ursache auszukommen. Infolgedessen stellt das, was bei *Lamarck* einfach die Feststellung einer Tatsache zu sein scheint, bereits den Anfang einer hypothetischen Theorie dar, eben der Theorie der

Progression. Um nun diese als vorhanden angenommene Ursache zu erklären, hat *Lamarck* eine Erweiterung seines ersten Gesetzes vorgenommen, die besagt, dass das Bedürfnis eines Organismus durch Anstrengungen des inneren Gefühles ein neues Organ schafft. Es ist nun aber wegen der systemlosen Art der zoologischen Philosophie sehr schwer zu entscheiden, welches die primären und welches die sekundären Vorstellungen bei *Lamarck* gewesen sind, in diesem Fall, um zu entscheiden, ob er die aus der Erweiterung des ersten Gesetzes gewonnene Ursache der Entstehung neuer Organe vollständig mit der rätselhaften Ursache des Fortschrittes identifiziert. Denn abgesehen davon, dass er das nirgends direkt ausspricht, gibt er auch keine Definition dessen, was er unter einem Organ versteht, wie weit also das Entstehen neuer Organe mit dem Fortschritt vom Einfachen zum Komplizierten, zu grösserer Arbeitsteilung identisch ist. Man kann also annehmen, dass es sich dabei doch um getrennte Dinge handelt. Würde *Lamarck* selbst eine volle Lösung darin gefunden haben, so würde er das sicher gesagt oder wenigstens angedeutet haben. Möglich ist ja immerhin, dass ihm die Möglichkeit einer Gleichsetzung der Theorie der Organbildung mit der Ursache des Fortschrittes einfach entgangen ist, aber nicht sehr wahrscheinlich; denn die Ursache für den Fortschritt vom Einfachen zum Komplizierten hat jedenfalls begrifflich den grösseren Umfang, als wie die Ursache der Organbildung.

Die Wirkung der äusseren Bedingungen berühren nach *Lamarck* einen Organismus nur indirekt durch den Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Organes, hervorgerufen durch das den Bedingungen entsprechende Bedürfnis. Dadurch, dass die äusseren Bedingungen auf diese Weise Veränderungen an den Organismen hervorrufen, müssen sie in notwendige Beziehungen zu den durch die Ursache des Fortschrittes hervorgerufenen Veränderungen treten und damit zu der Ursache selber. *Lamarck* nimmt nun an, dass es sich um die Wirkung zweier entgegengesetzter Kräfte handelt, dass also der gleichmässige Fluss des Fortschrittes aus inneren Ursachen von den Wirkungen des Gebrauches unterbrochen wird. Diese Auffassung lässt

vermuten, dass er die Erweiterung des ersten Gesetzes auch in der Theorie an das Gesetz angeschlossen hat; denn sonst würde hier schon die Vorstellung zustande gekommen sein, dass die Ursache des Fortschrittes nicht gehindert und teilweise aufgehoben wird durch die äusseren Bedingungen, sondern beeinflusst wird und eine bestimmte Richtung bekommt. Von einer solchen Vorstellung ist aber bei *Lamarck* nichts zu finden.

Ueber die Pflanzen spricht sich *Lamarck,* wie im ersten Abschnitt ausgeführt wurde, nur sehr ungenau aus. Er nimmt für sie eine direkte Wirkung der äusseren Bedingungen an. Ob auch für sie eine Progression anzunehmen ist, sagt er nicht direkt, es ist aber wahrscheinlich, dass er das meint. In diesem Fall würden dann die äusseren Bedingungen hier direkt, bei den Tieren indirekt, mit der Progression in Beziehungen treten.

Bis zur weiteren Ausgestaltung der Theorie der Progression durch *Nägeli* ist eigentlich nichts wesentliches dazu beigetragen worden, was weiter nicht verwunderlich ist, da ja der Darwinismus den ausdrücklichen Versuch darstellt, ohne etwas derartiges auszukommen. Erst dann, wenn man von der Unzulänglichkeit des Darwinismus überzeugt ist, kommt man zu dieser Theorie zurück, da sonst nicht viele Möglichkeiten übrig bleiben. Meistens jedoch beschränkt man sich dann auf eine etwas detailliertere Definition dessen, was man sich überhaupt unter dem Begriff der Progression vorstellt.

Wenn z. B. *Schleiden* in seiner wissenschaftlichen Botanik von einem Bildungstrieb redet, so bezeichnet er mit diesem Ausdruck lediglich das Vermögen der Organismen die vorhandene organische Substanz — wie sie entstanden ist, ist gleichgültig, — in die ihnen eigene, vererbte Form zu bringen. Organische Substanz schlechthin unterliegt genau so dem anorganischen Bildungstrieb, der sich in der Krystallisation äussert. Den Begriff des Bildungstriebes auf die Phylogenese anzuwenden, ebenso wie etwas über seine Ursachen anzugeben, unterlässt *Schleiden* jedoch, wie es scheint, absichtlich; denn er war sich dessen wohl bewusst, dass die Botanik zu seiner Zeit noch in den Kinderschuhen steckte, dass es noch die schwierigsten

Probleme in der Gegenwart zu lösen gab, ehe man daran denken durfte, den Blick in die Vergangenheit oder Zukunft zu richten.

K. E. v. Baer, dem man die Begründung der Progressionstheorie in der Zoologie zuschreibt, überträgt aus der Ontogenese ableitbare Begriffe in die Phylogenese, indem er den Begriff der Zielstrebigkeit in diese einführt. Vom *Darwin*schen Prinzip sah er als einem unzulänglichem ab. Wie in der Entwicklung des Hühnereies das Streben zu seinem Ziel, dem ausgewachsenen Hühnchen, zu erkennen sei, so strebe auch der Stamm zu einem Ziele. *v. Baers* Gedanken über diesen Gegenstand finden sich in seinen „Studien aus dem Gebiet der Naturwissenschaft" niedergelegt. Obgleich er nicht Botaniker ist, führe ich daraus Zitate an, weil seine Ansichten besonders charakteristisch für die Zeit vor dem Erscheinen der „mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammung" von *Nägeli* sind. Der Botaniker *Wiegand*, der von ähnlichen Gesichtspunkten aus die Opposition gegen den Darwinismus vertritt, präzisiert das Problem nicht so scharf wie *v. Baer.* (*v. Baer,* Studien, Seite 234.) „Die organische Entwicklung ist also durch und durch zielstrebig, denn die Nachkommen sollen die Organisation der Erzeuger erreichen. Das Resultat der Entwicklung ist also vorher bestimmt."

(Seite 332) „Das Ziel der Ziele ist aber immer, dass der organische Körper den Verhältnissen auf der Erde, ihren Elementen und Nahrungsstoffen angepasst wird." Für das Vorhandensein dieser Zielstrebigkeit bringt er als Veranschaulichungen das Vorhandensein von nützlichen Anpassungen und die Entwicklungsweise von Organismen in der Ontogenese. Er beschreibt also lediglich das Ziel und die auf das Ziel eingestellten, gerichteten „Notwendigkeiten und Nötigungen." Welches nun aber die Ursache dieser Richtung auf das Ziel ist, und welche mechanischen Mittel angewandt werden, um die im Grunde richtungslosen Notwendigkeiten einzustellen, ist nirgends gesagt. Ein solcher Versuch liegt auch durchaus nicht in der Absicht *v. Baers.* Es ist also damit noch nicht einmal die Weite der Gedanken *Lamarcks* erreicht, wenn auch selbstverständlich das Einzelne viel klarer durchgearbeitet ist.

Es fehlt vollständig die Vorstellung einer realen Beziehung zwischen der inneren Nötigung zur Entwicklung und den äusseren Bedingungen, wenn auch die Notwendigkeit einer solchen bereits erkannt ist.

Diese Ansichten *v. Baers* sind deshalb so genau behandelt worden, weil sie einerseits die Brücke zwischen *Lamarck* und *Nägeli* darstellen und weil sie andererseits auch in der Botanik Geltung gefunden haben *Wiegand* weist in seiner allgemeinen Kritik des Darwinismus immer auf die Gedanken einer Zielstrebigkeit als auf richtige hin. Da das von ihm aber weder konsequent noch mit grösserer Genauigkeit geschehen ist, so soll er nicht weiter zitiert werden.

Nägeli macht nun 1884 zum ersten Male den Versuch, nicht nur der Beschreibung, sondern auch der Erklärung des Problems der Progression. Wie er dazu kam, das Fortschreiten des ganzen Stammes auf die Wachstumsfähigkeit des Idioplasmas zurückzuführen, ist im zweiten Teil behandelt. Hier sollen noch einige Ergänzungen dazu gegeben werden.

Nägeli hat die Theorie über die Konstitution des Idioplasmas nach Analogie der Konstitution und Bildungsweise der Stärkekörner gebildet. In seiner 1858 erschienenen Monographie der Stärkekörner hat er seine Ansichten über die micellare Struktur dieser, als Musterbeispiel geformter organischer Gebilde aufgefassten Körper niedergelegt. Der Gang der Untersuchung ist der, dass er alle ihm zugänglichen Stärkearten einer eingehenden Untersuchung ihres chemischen und physikalischen Verhaltens, ihres Vorkommens und ihrer Wachstumsweise unterzieht und dann Schritt vor Schritt nachweist, dass seine Auffassung über die diesem Verhalten zu Grunde liegenden Ursachen diejenigen sind, die das vorliegende Tatsachenmaterial am weitgehendsten erklären. Sie ist im Grunde genommen eine Abstraktion dieses Tatsachenmateriales, verbunden mit chemisch-physikalischen Grundvorstellungen. Er hat auf diese Weise ein Hypothesengebäude errichtet, dass sich aber direkt mit und an der Empirie prüfen lässt.

In der Abstammungslehre schliesst er von den Tatsachen der morphologischen Entwicklung und der Vererbung

auf das Vorhandensein des Idioplasmas. Dieses stellt wiederum eine Abstraktion von einer grossen Zahl von Einzelbeobachtungen dar. Da aber die Existenz des Idioplasmas bereits Hypothese ist, so liegt es ausserhalb der Möglichkeit, die Annahmen über seine Konstitution direkt an seinen Eigenschaften empirisch zu prüfen. *Nägeli* stellt es sich analog der Konstitution der Stärkekörner vor. Der Berechtigungsgrund zu diesem Analogieschluss liegt in der Annahme, dass es sich in beiden Fällen um einen bestimmt geformten, festen, wachstumfähigen, organischen Körper handelt. Mit diesem Analogieschluss baut *Nägeli* aber eine doppelte Hypothese. Die Konstitution des hypothetischen Idioplasmas kann nicht direkt, sondern erst mit Hilfe einer zweiten Hypothese, die es in Analogie zu der Stärke stellt, mit der Empirie in Beziehung gesetzt werden. Solche Verknüpfungen von Hypothesen werden im allgemeinen wegen ihrer Unsicherheit vermieden. Dass eine solche in *Nägelis* System unumgänglich ist, ist die eine seiner verwundbaren Stellen. Eine andere ist folgende: Die Hypothese fordert das Idioplasma nicht nur als bestimmt gestaltet, sondern als bestimmt gestaltend, also wirkend. *Nägeli* macht die Wirkung von der Configuration, von der Gestalt abhängig. Um die Art und Weise, wie die bestimmte Form des Idioplasmas die bestimmten Erscheinungen in der Entwicklung des Individuums hervorbringt, zu erklären, greift er zu einer neuen Hypothese, die aber den Tatsachen schon bedenklich fern steht. (Abstammungslehre Seite 47.) Das Idioplasma „erzeugt weicheres Ernährungsplasma oft in tausendfacher Menge, und mit Hilfe desselben bewirkt es die Bildung von nicht albuminartigem Baumaterial, von leimgebenden, elastischen, hornartigen, celluloseartigen Substanzen u. s. w., und es gibt diesem Baumaterial die gewünschte plastische Gestalt. Zu diesem Behufe müssen diejenigen Micellgruppen des Querschnittes (Bündel von Längsreihen), welche activ werden, in einen Zustand besonderer Erregung geraten, der sie geeignet macht, eine entsprechende Wirkung auf die Umgebung auszuüben. Derselbe ist nicht vorübergehend, wie die Erregung der sensiblen und motorischen Nerven, sondern er dauert längere Zeit an, oft Tage,

Wochen und Monate lang, und während dieser Zeit vermehrt sich das in Wirksamkeit befindliche Idioplasma um das Vielfache.“ Diese Annahme einer besonderen Erregung erklärt natürlich garnichts und der klaffende Sprung bleibt unüberbrückt. Diese beiden Schwächen der Theorie *Nägelis* werden auch wohl die Veranlassung gewesen sein, weshalb man sie später fallen liess, ohne etwas besseres an die Stelle zu setzen, so gross auch ihr heuristischer Wert gewesen sein mag. Solange die Existenz einer materiellen Vererbungssubstanz durch eine Hypothese gefordert wird — mag sie auch noch so gut fundiert sein — kann man sie doch immer nur mit Hilfe einer zweiten Hypothese wirksam machen. Damit wird aber die Spekulation der Kontrolle der Empirie so sehr entzogen, dass ein Zusammenhang in den allermeisten Fällen ein willkürlicher ist.

Durch die Theorie über die Wirkung dauernder, durch mehrere Generationen hindurch wirksamer Reize hat *Nägeli* die Progression mit den äusseren Bedingungen in Beziehung gesetzt. Es ist eigenartig, dass er dabei von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehend und auf ganz anderen Wegen zu dem im gleichen Bilde ausgedrückten Resultat wie *Lamarck* kommt. Das durch die innere Progression bewirkte gleichmässige Fortschreiten der Organismenreihe wird durch die Wirkungen der Aussenwelt, vermittelt durch die genannten Reize, gestört und so die jetzt vorhandene Form der Organismenreihe hervorgebracht. Infolgedessen sind in der gleichen Höhe der Organisation verschiedene Grade der Anpassungen an die Lebensbedingungen vorhanden.

Die Theorie der Progression hat man bis auf einen Teil, der bei *Nägeli* keine grosse Rolle spielt, nämlich die Theorie von dem sprunghaften Zutagetreten der inneren Veränderung als sichtbare Abänderung, fallen lassen. Die der direkten Bewirkung steht noch zur Diskussion.

Aber gerade dieser eine Teil der Progressionstheorie, der keine besonders ausschlaggebende Bedeutung bei *Nägeli* hat, sollte sich in der neueren Zeit in der Mutationstheorie in ganz besonderer Weise entwickeln. Und in

den letzten Arbeiten lassen sich auch wieder Beziehungen finden, die die Mutationstheorie, d. h. die aus inneren Gründen auftretende sprunghafte Variabilität, mit den äusseren Bedingungen verknüpfen.

Schon vor *Nägeli* hatte *Hofmeister* in seiner „allgemeinen Morphologie der Gewächse" auf das Auftreten solcher sprunghaften Varietäten hingewiesen (Seite 564) „Einer der auffälligsten und merkwürdigsten Züge des Variierens der Pflanzen ist ohne Frage die Plötzlichkeit und Unvermitteltheit des Auftretens weitgreifender Abweichungen der Formbildung von der gewohnten, wie sie in den zuletzt erwähnten Erscheinungen und ihnen analogen, sowie bei der Bildung der Monstrositäten im allgemeinen vorkommt. Nicht dadurch, dass kleine Differenzen von der gewohnten Entwicklung, die sämtlich nach derselben Richtung hin liegen, Generationen hindurch sich summieren, kommt die neue Form zustande; sie tritt mit einem Schlage, vollendet in ihrer weiten Abweichung von der Stammform, in die Erscheinung."

Nägeli, der diese Erscheinung gleichfalls beobachtet hatte, begründet sie in seiner Theorie des Idioplasmas. Jedoch wird weder hier noch bei *Hofmeister* dieser Tatsache grosse Bedeutung beigemessen. Erst 1901 änderte sich das Bild völlig durch die Arbeit *Korschinskys* und das gleichzeitig erschienene Werk von *De Vries.*

Korschinsky unterscheidet Modifikationen, Variationen und Heterogenese. Diese drei Typen von Veränderungen werden folgendermassen definiert: (Seite 338) „Alle individuellen Variationen bleiben innerhalb der Grenzen des Typus, die heterogenetischen dagegen treten aus diesen Grenzen heraus und bilden eine Durchbrechung des Typus." Den Unterschied zwischen Modifikationen und Variationen charakterisiert er folgendermassen: Modifikationen sind direkt abhängig von Standort und Ernährung und werden nicht vererbt (etwa Samengrösse und ähnliches). Variationen sind erblich. Ebenso ist von diesen Erscheinungen die Hybridation zu unterscheiden. Die Heterogenesis ist sehr selten. Sie stellt eine sprunghafte, über die Grenzen des Typs hinausgehende, meist nur einmal auftretende Variation dar, die sofort ihre neuen

Merkmale in starker Vererbungsfähigkeit weitervererbt, auch wenn sie sofort mit der Stammart rückgekreuzt wird. *Korschinsky* sagt dazu auf Seite 343 „In allen Fällen, in denen uns genaue und zuverlässige Beobachtungen vorliegen, ist immer von einem einzigen, von allen übrigen abweichenden Individuum die Rede.“ Nachdem durch mancherlei Arbeiten die Unzulänglichkeit der fluktuierenden Variationen für die Artbildung nach Darwinistischer Auffassung dargetan worden war, musste die Arbeit *Korschinskys* eine neue Stärkung für den Darwinismus bringen, da man ja nun starke, aus inneren Gründen auftretende Veränderungen hatte, die nach der Definition *Korschinskys* über die Grenzen des Typus hinausgehen, also etwas qualitativ Neues schaffen. Andererseits konnten diese Veränderungen auch nur dadurch, dass man sie mit der Selektion verband, im Sinne einer Deszendenztheorie fruchtbar sein, da sie ja richtungslos waren. In diesem Zusammenhang nun interessiert besonders, in welcher Weise diese heterogenetischen Veränderungen oder Mutationen mit den äusseren Bedingungen zusammenhängen. *Korschinsky* sagt darüber folgendes auf Seite 343: „Darauf ist vorläufig nur die eine Antwort zu geben, dass nämlich die Ursache der Heterogenese nicht in den äusseren Entwicklungsbedingungen enthalten ist.“ Sonst müssten nämlich gleichzeitig viele entstehen. Es handelt sich um irgend welche inneren Veränderungen der Eizelle. „Sind aber die äusseren Bedingungen nicht als unmittelbare Ursache der Heterogenese aufzufassen, so können sie jedenfalls die Rolle des praedisponierenden Elementes spielen. . . .“

Nur in dieser letztgenannten Weise erblickt *Korschinsky* einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Mutationen und den äusseren Bedingungen. Die Richtung der Mutation ist nicht durch sie bestimmt.

De Vries hat gleichzeitig mit *Korschinsky* ein Werk über die Mutationstheorie veröffentlicht und dadurch, dass er eine Pflanze gefunden hatte, die leicht Mutationen hervorbringt, nämlich Oenothera Lamarckiania, die Frage sofort experimentell bearbeitet und nicht nur wie *Korschinsky* die Literatur zusammen getragen. So kommt er dazu, die Existenz einer Mutationsperiode bei den Pflanzen

anzunehmen, d. h. einer Periode, die sich im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Zustande einer Art durch gesteigerte Fortpflanzung, gesteigerte individuelle Variabilität charakterisiert und bei der dann Mutationen in grösserer Anzahl auftreten. Oenothera Lamarckiania befindet sich augenblicklich in einer solchen Mutationsperiode. Dieser Mutationsperiode geht nach De *Vries* eine Prämutationsperiode vorher, in der die als sichtbare Merkmale in der Mutationsperiode auftretenden Charaktere als latente Anlagen angelegt, resp. ausgebildet werden. Er sagt darüber auf Seite 356: „Zusammenfassend gelangen wir zu dem Satze, dass jeder Mutationsperiode eine Prämutationsperiode vorhergegangen sein muss, in der die fraglichen neuen Eigenschaften unter dem Einfluss äusserer Umstände entstanden sein müssen." Durch gleichzeitige individuelle Variabilität entstehen bei dem Auftreten neuer Arten durch Mutation Uebergänge zwischen den Arten, die so die systematischen Nebenflecke in einzelnen Arten wie Hieratium, Rubus und anderen erzeugen.

In neuerer Zeit ist dann das Problem des Zusammenhanges zwischen den Wirkungen der äusseren Bedingungen und den durch die fortschreitende innere Progression hervorgebrachten Veränderungen der pflanzlichen Organismen von der Bearbeitung der Frage nach der Wirkung der äusseren Bedingungen aus behandelt worden. Diese Fragestellung selbst ist nichts neues in der Wissenschaft. Sie umfasst das Gebiet, das man mit dem Ausdruck experimentelle Morphologie bezeichnet. Das neue ist nur der hier behandelte Zusammenhang. Für diesen kommen in der Hauptsache die Untersuchungen von *Klebs* und *Blaringhem* in Betracht.

Klebs ging von der Frage aus, die der experimentellen Morphologie zu Grunde liegt: Welche äusseren Bedingungen bewirken Veränderungen an pflanzlichen Organismen und wie sind diese beschaffen? Seine ersten Untersuchungen bezogen sich auf niedere Organismen, Algen und Pilze, vermutlich deshalb, weil bei diesen auf geringem Raume eine grosse Anzahl von Individuen den gleichen Bedingungen ausgesetzt werden kann. Besonderen

Wert legt er auf die Erforschung der Abhängigkeit der Erscheinungen der Fortpflanzung von den äusseren Bedingungen. Später erweiterte er seine Versuche auch auf höhere Pfanzen, Blütenpflanzen.

Das Resultat aller dieser Untersuchungen besteht zunächst in veränderter Auffassung und daher neuer Definition der Begriffe: Species, Variation, Mutation usw. *Klebs* hat gefunden, dass es keinerlei wirklich konstante Merkmale gibt, auch nicht die, die man bisher als völlig unabhängig von den äusseren Bedingungen betrachtete, die mit *Nägeli* als Organisationsmerkmale bezeichneten Erscheinungen. *Nägeli* hatte die äusseren Merkmale einer Pflanze begrifflich in Gruppen nach zweierlei Einteilungsprinzipien geordnet. Einmal hinsichtlich ihrer Konstanz in Standortsmodifikationen, Rassen und Varietäten und andererseits hinsichtlich der Ursachen, die sie hervorgebracht haben, nach Organisations- und Anpassungsmerkmalen. Später betonte man in der Definition der Organisationsmerkmale mehr ihre Unveränderlichkeit im Gegensatz zu den Anpassungsmerkmalen, nachdem man die Progressionstheorie im Sinne *Nägelis* hatte fallen lassen. Diese neuere Definition entspricht nicht ganz der Vorstellung *Nägelis,* da nach seiner Ansicht auch die Anpassungsmerkmale durch eine einfache Veränderung der äusseren Bedingungen nicht verändert werden können. *Klebs* wies nun nach, dass alle Merkmale durch äussere Bedingungen verändert werden können, mögen sie zunächst auch noch so konstant erscheinen. Diese Auffassung ergibt natürlich auch eine veränderte Auffassung der Begriffe Species, Variation und Mutation. *De Vries* hatte als elementare Species diejenige letzte systematische Einheit bezeichnet, die nach den heutigen Kenntnissen unterscheidbar ist und die sich unter den Bedingungen der Aussenwelt innerhalb gewisser Grenzen als konstant erweist. Unter der Norm einer Art versteht er die Vereinigung der sichtbaren Merkmale, die unter den gewöhnlichen Bedingungen der freien Natur oder Kultur auftreten. Die individuellen Abweichungen von dieser Norm bezeichnet er als Variationen oder Mutationen. Die Variationen sind quantitativer Art, fluktuierend und werden von der *Quetel*'schen Regel be-

herrscht, die Mutationen sind qualitativer Art, konstant und werden nicht von der *Quetel*'schen Regel beherrscht. Sie decken sich mit den sprunghaften Variationen auf Grund der inneren Progression bei *Nägeli*.

Nach *Klebs* kann der Species-Begriff nicht als die Summe der äusseren Merkmale gefasst werden, da diese völlig inkonstant sind, sondern als die Summe aller inneren Potenzen, die unter bestimmten gegebenen Bedingungen bestimmte Merkmale in die Erscheinung treten lässt. Der Unterschied zwischen Variationen und Mutationen wird auf einen Gradunterschied reduziert. Das Konstantwerden eines Merkmales kommt dadurch zu stande, dass es unter einer grösseren Zahl verschiedener Bedingungen zu Tage tritt, als vorher. Die Fragestellung, in der das Problem der Beziehung der inneren Entwicklung zu den äusseren Bedingungen hier auftritt, ist die, ob diese Aenderung des Charakters der Potenz eines Merkmales, die scheinbar autonom zu sein scheint, auch von äusseren Bedingungen abhängt und durch geeignete Bedingungen herbeigeführt werden kann.

Klebs hat dieser Frage specielle Untersuchungen gewidmet, indem er die Nachkommen künstlich veränderter Blüten bei Sempervivum untersuchte. Das Resultat dieser Untersuchungen ist ungefähr folgendes: *Klebs* hat Exemplare der Species Sempervivum acuminatum solchen Bedingungen unterworfen, die, wie ihm aus früheren Versuchen bekannt war, geeignet sind an den Blüten Veränderungen hervorzubringen. Die archegenen Blüten dieser Pflanzen wurden abgeschnitten und untersucht. Sie waren im wesentlichen normal, da die Abweichungen, die 22% betrugen, die für Sempervivum acuminatum charakteristische Blütenformel Kn, Cn, An + n, Hn, unangetastet liessen. Die in den Blattachseln des Infloreszenzenstumpfes entstandenen neogenen Blüten zeigten starke Abweichungen in dem Zahlenverhältnis von K, C, A, G, nämlich 85%. Bei drei Versuchspflanzen wurde Samenbildung durch Bestäubung veranlasst. Von den aus diesen Samen entstandenen Keimlingen zeigten die zur Blütenbildung gelangten Vertreter zweier Sippen nur geringe Abweichungen, 15% und 26,3%. Von elf Exemplaren

der dritten Sippe zeigten jedoch vier sehr bedeutende Abweichungen, bis zu 100%, wobei besonders auffällig das Auftreten eines ganz neuen, vorher noch nicht dagewesenen Merkmales war.

Diese Versuche ermöglichen natürlich noch kein abschliessendes Resultat, aber doch wenigstens ein vorläufiges Urteil. *Klebs* nimmt an, dass das Konstantwerden eines Merkmales auf einer Verschiebung seines Verhältnisses zur Aussenwelt besteht und dass die inneren Veränderungen, durch die diese Verschiebungen entstehen, ebenfalls von der Aussenwelt abhängig sind. Grade dieser letzte Satz enthält das hier interessierende Problem, ob nämlich diese Verschiebung autonom oder aitionom ist. Ob es sich also um einen inneren Prozess handelt, der von einem bestimmten Zustande einer regelmässigen inneren Entwicklung abhängig ist, die möglicherweise von äusseren Bedingungen beschleunigt oder gehemmt werden kann. In dem Falle stellen diese Bedingungen nur das prädisponierende Element dar, nicht aber die eigentliche Ursache. Oder ob der innere Prozess ursächlich und notwendig von der Aussenwelt abhängt. *Klebs* nimmt das letztere an. Doch müssen dafür, dass der Prozess notwendig und immer unter den gleichen Bedingungen in der gleichen Weise eintritt, noch genauere Versuche und Nachweise erbracht werden. Eins ist jedenfalls sicher: mögen die äusseren Bedingungen die Rolle des prädisponierenden Elementes spielen, mögen sie die Ursachen für die Mutationen darstellen, Zweckbeziehungen bestehen nicht zwischen beiden.

Eine Tatsache an den Versuchen von *Klebs* ist noch von Interesse, nämlich die, dass er Nachkommen von Blüten erzog und untersuchte, die als neogene nach dem Abschneiden der archegenen entstanden waren, also nach einer Verwundung. Es geht nicht ohne weiteres aus der Untersuchung hervor, ob die Anomalie der Blüten auf Grund der vorhergegangenen besonderen Einwirkung von bestimmten Aussenbedingungen oder durch eben diese Verwundung entstanden ist. Die Tatsache, dass die archegenen Blüten bedeutend weniger Abweichungen zeigen, scheint darauf hinzudeuten, dass in der Ver-

wundung der eigentliche Grund für die Veränderung zu suchen ist. Diese beiden Arten von Einwirkungen der Aussenwelt unterscheiden sich in sofern, als es sich in dem einen Falle um solche handelt, die dem Organismus in besonderer Weise Kräfte und Stoffe zuführen oder entziehen, also besonders gute Ernährung, Kultur in stark feuchter Luft und hoher Temperatur oder in farbigem Licht etc. In dem anderen Fall handelt es sich um die Einwirkung eines starken Reizes auf die Pflanze. Sollte es sich herausstellen, dass gerade dieser Faktor, die Wirkung des Wundreizes, der ausschlaggebende ist, so würden damit die Resultate von *Klebs* in noch nähere Beziehungen zu denen von *Blaringhem* gebracht sein.

Blaringhem beschäftigt sich seit 1903 mit der experimentellen Erzeugung von Anomalien, die an einer Pflanze auf erlittene Verletzungen hin auftreten. Seine Versuchspflanzen sind hauptsächlich verschiedene Varietäten uud Rassen von Zea mays. Daneben verwendet er noch andere, Merkurialis perennis, Hordeum, Avena und andere. In einigen Fällen, besonders beim Mais, gelang es ihm, aus den Nachkommen von anormalen Pflanzen, die auf die oben angegebene Weise hergestellt waren, eine konstante Rasse zu züchten. Bei dem Schössling eines Maisstengels, der bis auf den Erdboden zurückgeschnitten worden war, war eine Endrispe metamorphosiert und trug Samen. Die daraus entstandenen Pfanzen zeigten vielfach Anomalien. Eine brachte einen zweireihigen Kolben mit kleinen Früchten hervor, aus dem beim Weiterzüchten die konstante Form, praecox, entstand. Auf ähnliche Weise züchtete *Blaringhem* die konstante Rasse Zea mays var. pseudandrogyna. Er nimmt an, dass nach der Verwundung die neuen Schösslinge so sehr mit Nahrungsstoffen überladen werden, dass die Pflanzen dadurch in einen Zustand des Schwankens geraten und in diesem Zustand geneigt sind, neue Formen, Mutationen zu bilden.

(1905) „Les traumatismes violentes, qui parfois détruisent l'individu, provoquent souvent le développement surabondant de rejets, dont tous les organes, tiges, feuilles. fleurs et fruits montraient des déviations considérables du type spezifique et constituent des veritables monstrosités.

Grâce au mutilations, on peut mettre la plupart des végétaux dans l'état »d'affolement« qui est, pour les horticulteurs, la période de la vie de l'espèce, qui fournit les nouvelles variétés."

Aus diesen Untersuchungen geht jedenfalls zweierlei mit Sicherheit hervor: Ein Zusammenhang zwischen den Bedingungen der Aussenwelt und den auf innerer Entwicklung beruhenden Mutationen besteht. Ob diese innere Entwicklung gerichtet oder richtungslos ist, bedarf noch der Untersuchung.

Literatur-Verzeichnis.

1. *v. Baer, K. E.*, Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaft. St. Petersburg, 1876.
2. *Ball,* Der Einfluss von Zug auf die Ausbildung des Festigungsgewebes. Jahrb. f. wiss. Bot., 1904.
3. *Batalin,* Das Perennieren des Roggens. Acta horti Petropolitani.
4. *Blaringhem,* Production d'une espèce élémentaire nouvelle de mays par traumatismes. Cpt. Rend. Séances Acad. Sc. Paris, 1906.
5. — Production par traumatisme et fixation d'une variété nouvelle de mays. Acad. Sc. Paris, 1906.
6. — Mutations et traumatismes Etude sur l'évolution des formes végétales. Paris, 1908.
7. *Bordner,* The influence of traction on the formation of mechanical tissues in stems. Botanical Gazette, Bd. 50, 1910.
8. *Brush,* The formation of mechanical tissue in the tendrils of Passiflora coerulea as influenced by tension and contact. Bot. Gazette, 1912.
9. *Bücher,* Anatomische Veränderungen bei gewaltsamer Krümmung und geotropischer Induktion. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1906.
10. *De Candolle,* Physiologie der Pflanzen. Bd. 1, 1833.
11. *Detlefsen,* Versuch einer mechanischen Erklärung des exentrischen Dickenwachstums verholzter Achsen und Wurzeln. Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg, 1882.
12. *Elfing.* Zur Kenntnis der Krümmungserscheinungen. Ref Just Jahresber. 1888.
13. *Flaskämper,* Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gefäss- und Sklerenchymbildungen von äusseren Faktoren, nebst einigen Bemerkungen über die Heterorhizie der Dikotyledonen. Flora, 1910.
14. *Francé,* Das Sinnesleben der Pflanzen. Stuttgart, 1905.
15. — Das Liebesleben der Pflanzen. Stuttgart, 1906.
16. — Functionelle Selbstgestaltung und Psychomorphologie. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 1907.
17. — Das Leben der Pflanze. Suttgart, 1906—1913.
18. *v. Goebel,* Morphologische und biologische Studien. Annales du jardin du Buitenzorg, 1888.
19. — Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg, 1889–1891.
20. — Ueber Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen der Pflanzen. München, 1898.
21. — Die kleistogamen Blüten und die Anpassungserscheinungen. Biolog. Centralbl., 1904.
22. — Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen Leipzig, Berlin, 1908.

23. *v. Goebel,* Organographie der Pflanzen. 2. Aufl. Jena, 1913.
24. — Das Rumphius-Phänomen. Biologisches Gentralblatt, 1916.
25. *Haberlandt,* Physiologische Pfanzenanatomie. Leipzig, 1896.
26. *Hibbard,* The influence of tension on the formation of mechanical tissue in plants. Botanical Gazette, 1907.
27. *Hegler,* Ueber den Einfluss des mechanischen Zuges auf das Wachstum der Pflanzen. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 6, 1893.
28. *Hofmeister.* Handbuch der physiologischen Botanik. Leipzig, 1867.
29 *Keller,* Ueber den Einfluss von Belastung und Lage auf die Ausbildung des Gewebes in Fruchtstielen. Dissertation. Kiel, 1904.
30. *Kerner von Marilaun,* Pflanzenleben, 1887.
31. *Klebs.* Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrb. f. wiss. Bot., 1898, 1899, 1900.
32 — Willkürliche Entwicklungsänderungen, 1903.
33. — Ueber Variationen der Blüten. Jahrb. f. wiss. Bot., 1906.
34. — Ueber künstliche Metamorphosen. Abh. der naturf. Ges. zu Halle, 1906.
35. — Ueber die Nachkommen der künstlich veränderten Blüten vom Sempervivum. Sitzungsber. der Heidelberger Akad. der Wissensch. naturw.-math. Klasse, 1909.
36. *Kny,* Das Dickenwachstum des Holzkörpers. Bot. Ztg., 1877.
37. *Lamarck,* Zoologische Philosophie, 1809. Uebersetzung von A. Lang. Leipzig, 1903.
38. *v. Mohl,* Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Botan. Zeitung, 1862.
39. *Müller,* Untersuchungen über die Ranken der Cucurbitaceen. Cohns Beiträge, 1887.
40. *Nägeli,* Die Stärkekörner. Monographie. Zürich, 1858.
41. — Ueber den Einfluss der äusseren Verhältnisse auf die Varietätenbildung im Pflanzenreiche. Ber. d. bayr. Akad. d. Wissensch. math.-naturw. Klasse, 1865.
42. — Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. Vortrag. München, 1865.
43. — Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammung. München und Leipzig, 1884.
44. *Newcombe,* The influence of mechanical resistence on the developement and life period of cells. Bot. Gaz., 1894.
45. *Nördlinger,* Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. 1871. cit. n. Pfeffer. Physiologie. Bd. 2, S. 125.
46. *Pennington,* The effect of longitudinal compression upon the product of mechanical tissue Bot. Gaz., 1910.
47. *Pfeffer,* R. Reglers Untersuchungen über den Einfluss von Zugkräften auf die Ausbildung von mechanischem Gewebe. Abh. der Kgl. Sächs. Akad. d. Wissensch. math.-phys. Klasse, 1891.
48. — Die Reizbarkeit der Pflanzen. Abh d. Ges. deutscher Naturf. und Aerzte. Leipzig, 1893.

49. *Pfeffer,* Physiologie der Pflanzen. Leipzig, 1897—1904.
50. *Pieters,* The influence of fruit-bearing on the developement of mechanical tissue in some fruit-trees. Annals of Botany, 1896.
51. *Plate,* Kritik von Reinkes Einleitung in die theoretische Biologie. Archiv f. Rassen- u. Gesellschafts-Biologie, 1902.
52. *Reinke,* Philosophie der Botanik. Leipzig, 1905.
53. — Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin, 1901.
54. *Schimper,* Ueber das ungleichseitige Dickenwachstum. Ref. von Al. Braun. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte. Göttingen, 1860.
55. *Schleiden,* Lehrbuch der wissenschaftlichen Botanik. 4. Aufl. Leipzig, 1860.
56. *Schwendener,* Das mechanische Prinzip im Bau der Monokotyledonen. Leipzig, 1874.
57. *Vöchting,* Zur experimentellen Anatomie. Nachrichten der Göttinger Ges. der Wissensch. math.-phys. Klasse. 1902, Heft 5.
58 — Zur experimentellen Pathologie und Anatomie. Tübingen, 1908.
59. *Wagner,* Geschichte des Lamarckismus. Stuttgart, 1909.
60. *Wigand,* Der Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers. Braunschweig, 1874—77.
61. *v. Wettstein,* Die Innovationsverhältnisse von Phaseolus coccineus. Oesterreichische Bot. Zeitschrift, 1897—1898.
62. — Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreiche. Berichte der deutschen bot. Ges., 1900.
63. *Wiedersheim,* Ueber den Einfluss der Belastung auf die Ausbildung von Holz- und Bastkörper bei Trauerbäumen. Jahrb. f. wiss. Bot. 38, 1903.
64. *Wiesner,* Ueber das ungleichseitige Dickenwachstum des Holzkörpers infolge der Lage. Ber. der deutschen bot. Ges., 1892.
65 — Ueber Tropismen nebst Bemerkungen über Anisophyllie. Ber. der deutschen bot. Ges., 1895.
66. *Worgitzki,* Vergleichende Anatomie der Ranken. Flora, 1887.
67. *Wortmann,* Zur Kenntnis der Reizbewegungen. Botanische Zeitung, 1887.

Lebenslauf.

Ich, *Friedrich Oehlkers,* bin am 6. Mai 1890 als Sohn des Pastors D. theol. Paul Oehlkers in Sievershausen i. S., Kreis Einbeck, Regbz. Hildesheim geboren. Vom April 1898 bis zum Februar 1910 besuchte ich die Vorschule und das Gymnasium des Lyceums in Hannover, um im S.-S. 1910 mit dem Zeugnis der Reife von der genannten Anstalt entlassen, die Universität Freiburg i. B. zu beziehen. Dort studierte ich bis zum S.-S. 1911 Naturwissenschaft. Im W.-S. 1911/12 studierte ich an der Universität München, im S.-S. 1912 an der Universität Göttingen und vom W.-S. 1912/13 bis zum S.-S. 1914 wieder an der Universität Freiburg i. B. das gleiche Studienfach. Am 17. September 1914 trat ich als Kriegsfreiwilliger bei dem 2. Hann. Ulanen-Rgt. Nr. 14 ein und wurde am 14. Mai 1916 zum Leutnant der Reserve im Pr. Reserve-Ersatz-Inf.-Reg. Nr. [redacted] befördert. Da mir durch eine am 24. April 1916 erlittene Verwundung der Gebrauch des rechten Armes abhanden gekommen ist, konnte ich eine angefangene praktische Arbeit nicht beendigen. Nach München ins Lazarett gekommen, begann ich auf Anregung und unter Leitung des Kgl. Geheimen Rates, Herrn Prof. Dr. *v. Goebel,* vorliegende theoretische Abhandlung.

Meine Lehrer waren:

In der Botanik: *Berthold, v. Goebel, Kniep, Oltmanns, Renner, Tröndle.*

Zoologie: *Doflein, Ehlers, v. Hertwig, Kühn, Schleip, Weismann.*

Chemie: *Antenrieth, Gattermann, Kiliani, Meigen, Wallach.*

Philosophie: *Cohn, Maier, Nelson, Rickert.*

Lebenslauf.

Ich, *Friedrich Oehlkers*, bin am 6. Mai 1890 als Sohn des Pastors D. theol. Paul Oehlkers in Sievershausen i. S., Kreis Einbeck, Regbz. Hildesheim geboren. Vom April 1898 bis zum Februar 1910 besuchte ich die Vorschule und das Gymnasium des Lyceums in Hannover, um im S.-S. 1910 mit dem Zeugnis der Reife von der genannten Anstalt entlassen, die Universität Freiburg i. B. zu beziehen. Dort studierte ich bis zum S.-S. 1911 Naturwissenschaft. Im W.-S. 1911/12 studierte ich an der Universität München, im S.-S. 1912 an der Universität Göttingen und vom W.-S. 1912/13 bis zum S.-S. 1914 wieder an der Universität Freiburg i. B. das gleiche Studienfach. Am 17. September 1914 trat ich als Kriegsfreiwilliger bei dem 2. Hann. Ulanen-Rgt. Nr. 14 ein und wurde am 14. Mai 1916 zum Leutnant der Reserve im Pr. Reserve-Ersatz-Inf.-Reg. Nr. [illegible] befördert. Da mir durch eine am 24. April 1916 erlittene Verwundung der Gebrauch des rechten Armes abhanden gekommen ist, konnte ich eine angefangene praktische Arbeit nicht beendigen. Nach München ins Lazarett gekommen, begann ich auf Anregung und unter Leitung des Kgl. Geheimen Rates, Herrn Prof. Dr. *v. Goebel*, vorliegende theoretische Abhandlung.

Meine Lehrer waren:

In der Botanik: *Berthold, v. Goebel, Kniep, Ollmanns, Renner, Tröndle.*

Zoologie: *Doflein, Ehlers, v. Hertwig, Kühn, Schleip, Weismann.*

Chemie: *Autenrieth, Gattermann, Kiliani, Meigen, Wallach.*

Philosophie: *Cohn, Maier, Nelson, Rickert.*